COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1840.

PRÉSIDENCE DE M. POISSON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MICROGRAPHIE. — *Note sur le* PENICILLIUM BIOTII, Turp.; *Hygrocrocis ? Production organisée, végétale, mucédinée; par* M. TURPIN.

« Au mois de mars 1835, notre confrère M. Biot nous remit un bocal, bouché à l'émeri, rempli en grande partie d'eau distillée dans laquelle avait été déposée une très petite quantité de *Dextrine*. Dans le fond du bocal et sur quelques points des parois intérieures, il s'était développé des productions circulaires, hémisphériques, blanches, légèrement verdâtres, quelquefois rougeâtres, et d'un aspect soyeux. Les plus volumineuses avaient environ 15 millimètres de diamètre; d'autres, moins développées, moins âgées et de différentes grandeurs, étaient plus petites.

» Vues à un très faible grossissement du microscope on s'apercevait que ces productions étaient dues, chacune, à une particule de Dextrine composée d'un certain nombre de globulins qui, tous, avaient végété en étendant leurs filaments dans tous les sens de manière à former des touffes hémisphériques et rayonnantes.

» Lorsqu'on détachait ces touffes de petits végétaux du point d'appui sur

lequel elles s'étaient développées, leur dessous, forcément aplati (1), offrait un point central qui indiquait la particule de Dextrine dont les globulins commençaient à se filer en un végétal mucédiné.

» En continuant de s'étendre, ces touffes filamenteuses finissaient par se dissocier; les individus, en s'isolant les uns des autres, s'élevaient et vagabondaient librement dans toute l'épaisseur de l'eau. Là ils continuaient de se développer, mais ils ne fructifiaient point encore. Semblables à un grand nombre de végétaux aquatiques, comme par exemple les *Myriophyllum* et les *Potamogeton*, leur fructification ne pouvait s'opérer qu'en dehors de l'eau et sous l'influence des agents atmosphériques.

» A cette époque la surface de l'eau se couvrait successivement d'un léger duvet glauque et comme pulvérulent; c'était le dernier terme de nos petits végétaux; c'était leur fructification, dont nous allons parler tout-à-l'heure, c'était un champ de blé épié.

» En observant ces petits végétaux achevés, à l'aide d'un grossissement microscopique plus considérable, environ 260 fois, on voyait que leur tigellule, d'abord pleine et très ténue, se ramifiait, se tubulisait peu à peu en prenant un peu plus de diamètre et que dans son intérieur il se formait des globules assez distants et placés à la suite les uns des autres. Plus tard, ces mêmes tigellules se gonflaient ou se dilataient irrégulièrement, soit sous le rapport du lieu, soit sous celui de leurs formes et de leurs grandeurs. Mais ce qu'il y avait de remarquable, c'est que toutes ces dilatations, en quelque sorte vésiculaires, devenaient autant de conceptacles (2) producteurs de globulins de grosseurs variables.

---

(1) Si ces touffes hémisphériques pouvaient se passer d'un point d'appui, si elles pouvaient se développer suspendues dans l'eau, elles auraient la forme symétrique d'une sphère rayonnante en tous sens, et cette sphère n'aurait ni haut, ni bas, ni côtés. Ce serait également le cas de tous les grands végétaux si, pouvant aussi se développer sans point d'appui et dans deux milieux si différents, ils vivaient suspendus dans l'atmosphère et par conséquent sous des influences à peu près égales. Nous disons à peu près égales, car il faudrait encore qu'un tel végétal roulât sur lui-même, dans tous les sens, afin de neutraliser la différence des influences d'exposition.

(2) De semblables dilatations conceptaculifères et globulinifères se voient dans l'article globuleux et terminal des individus moniliformes du *Nostoch commune*, dans celui terminal, grand, ovoïde, plein de globulins, et dans ceux intermédiaires de l'*Anabaina licheniformis*, Bory (*Nostoch lichenoides*, Vauch.), dans ceux intermédiaires du *Conferva vesicata*, dans ceux terminaux et très gros du *Conferva ferruginea*, Lyngb., Tab. 55, fig. 3, dans ceux réguliers et fructifères des diverses espèces de *Vaucheria*. Ces dilatations de tigellules ou d'articles globuleux de tigellules portent souvent le nom de

» Ces dilatations adventives et globulinifères donnaient à ces petits végétaux l'aspect le plus élégant et étaient le caractère le plus distinctif de cette nouvelle espèce de *Penicillium* à laquelle nous avons attaché le nom de M. Biot, comme l'ayant obtenue et observée le premier à son état naissant.

» Tout ce que nous venons de dire de cette mucédinée n'appartient encore qu'aux organes de la végétation, qu'à cette partie inférieure tout *aquatique*. Nous allons maintenant parler de sa partie supérieure, *aérienne*, terminale et terminée, de sa fructification ou des corps reproducteurs de l'espèce (1).

» Arrivée à une époque assez déterminée pour l'espèce, la végétation s'apaise, les articles des tigellules deviennent plus courts, ils se globulisent, ils se montrent en séries moniliformes, simples, ou réunies plusieurs ensemble et disposées alternativement. Ces globules sont légèrement glauques (2).

» D'après un grand nombre d'analogies, nous considérons cette production végétale mucédinée, comme étant en même temps *quasi-spontanée*, et comme pouvant aussi se reproduire par ses parties séparées.

» *Presque spontanée*, en ce que les globulins spéciaux dont est formée, par agglomération, la matière organique de la Dextrine, peuvent, étant placés convenablement à leur nature, donner lieu immédiatement à un individu de cette mucédinée.

» *Par les parties séparées*. Ce second moyen de reproduction offre deux modifications très distinctes, ou, si on l'aime mieux, deux sortes de fructifications :

» La *première* se trouve dans les globulins seminulifères développés et renfermés dans l'intérieur du tube simple ou dans ceux des dilatations

---

Sporidie, et les globulins nés et contenus dans ces gonflements celui de *Sporules* : dénominations au moins inutiles, puisqu'il n'est aucunes parties des végétaux inappendiculés qui ne puissent être rapportées rigoureusement à des parties semblables chez les végétaux appendiculés.

(1) Les botanistes distinguent des organes de végétation et des organes de fructification, comme si, dans un végétal, tout n'était pas végétant ou végétation, ou comme si, dans l'appareil de la fructification, il y avait autre chose que des feuilles modifiées enveloppant et protégeant ces bourgeons terminaux, auxquels on donne le nom d'*embryons*.

(2) C'est l'inflorescence de cette mucédinée, mais c'est une inflorescence réduite à l'expression la plus simple de celle des végétaux appendiculés, c'est-à-dire au corps reproducteur embryonnaire privé de tout l'appareil brillant et appendiculaire de la fleur proprement dite.

vésiculaires des tigellules, globulins qui, lorsque le végétal-mère meurt et se décompose, germent et reproduisent autant d'individus de l'espèce. Celle-ci est comparable aux globulins reproducteurs contenus dans la tigellule tubuleuse des confervées, et à ceux que renferment les vésicules maternelles du tissu cellulaire des autres végétaux, lesquels, eux aussi, sont susceptibles, dans certaines circonstances favorables, de reproduire l'espèce dont ils émanent.

» La *deuxième* a lieu par la séparation des articles globuleux, terminaux et disposés en chapelet.

» Dans cette dernière reproduction on peut voir l'analogue, l'identité même, d'une bouture ordinaire, puisqu'il est vrai que ces globules ne sont que des mérithalles ou des articles de tige très abrégés. Mais on peut tout aussi bien dire qu'ils sont des seminules, des corps reproducteurs, ou les embryons appendiculés (1) des grands végétaux, puisque ceux-ci ne sont, en réalité, que des bourgeons terminaux, et, par conséquent, des

---

(1) Les embryons des végétaux *appendiculés*, observés tout venus dans l'intérieur de l'enveloppe de la graine pendant ce temps d'arrêt qui sépare la vie embryonnaire de celle qui commence au moment de la germination dans le sol, sont déjà des plantes en miniature pourvues de quelques petites feuilles dont la seule disposition alterne ou opposée, engaînante ou libre, indique déjà à laquelle des grandes divisions du règne végétal ces plantules appartiennent. Ce sont ces premières petites feuilles de la plante qui, sous la dénomination inutile et obscure de *Cotylédon*, ont fourni le caractère et les dénominations de *Monocotylédon*, quand la plantule embryonnaire n'a que des feuilles alternes, et que, par conséquent, elle n'en peut présenter qu'une d'abord; et de *Dicotylédon*, lorsque les premières feuilles sont opposées par deux ou par verticilles composés d'un plus grand nombre.

Cette dénomination de *Cotylédon*, employée pour exprimer une chose si simple que des feuilles, et à laquelle celle de *Protophylle* aurait été bien mieux appliquée, a nui singulièrement à la connaissance si facile de la plantule embryonnaire des végétaux. On a demandé de tous côtés : qu'entendez-vous par des *Cotylédons?* Des hommes du plus grand mérite nous ont plusieurs fois fait cette question, et nous ont prié de vouloir bien leur expliquer ce qu'ils croyaient une chose très savante et très compliquée. De grands botanistes, au nombre desquels nous pouvons citer Willdenow et Persoon, étaient dans la même obscurité; ils confondaient sans cesse l'embryon, les cotylédons et le périsperme, trois choses distinctes, comparables à celles du fœtus du poulet, à ses membres appendiculaires et à la matière albumineuse qui l'entoure.

Les embryons ou corps reproducteurs des végétaux *inappendiculés* ou dépourvus de feuilles, étant toujours des bourgeons extensifs d'une mère qui précède, doivent nécessairement être réduits à la tigelle, qui est la partie essentielle de tout embryon végétal. C'est à cet état de plus grande simplicité qu'est due la dénomination de *Acotylédon*, ce

articles de tiges complétement enveloppés par les feuilles ovulaires et carpellaires soudées par leurs bords.

» Les figures représentant toutes les phases successives que subit cette végétation, depuis son départ de la Dextrine jusqu'à la germination des articles globuleux, terminaux et aériens de la fructification, ont été mises sous les yeux de l'Académie. »

CHIMIE. — M. **Dumas** dépose sur le bureau une Note en réponse aux réclamations de M. Laurent. Comme la Lettre de M. Laurent n'a point été lue, M. Dumas croit devoir s'abstenir, par un sentiment de convenance facile à comprendre, de lire sa réponse. Sur l'invitation expresse du bureau, M. Dumas lit toutefois le court résumé qui renferme ses conclusions, laissant pour les *Comptes rendus* des détails que toutes les personnes qui s'intéressent à la question pourront trouver dans ce Recueil.

Note relative aux réclamations de M. Laurent; *par* M. **J. Dumas**.

« J'espère que les lecteurs des *Comptes rendus* ne s'étonneront pas que j'aie répondu de la manière la plus calme à des réclamations véhémentes et passionnées : ils savent que la profondeur des convictions ne doit pas toujours se mesurer à la vivacité avec laquelle on les exprime.

» Après avoir cherché à mettre à sa vraie place la discussion qu'on est venu engager devant l'Académie, après l'avoir retirée du domaine des détails pour la porter sur le terrain des idées générales, je remplis encore un devoir en écartant les questions tout-à-fait personnelles sous lesquelles le débat viendrait s'étouffer.

» Je m'étais effacé complétement, j'avais fait abnégation entière de ma position et de mes droits : M. Laurent ne l'a pas compris. Mais puisque ma modération a été si mal appréciée, il faut que M. Laurent sache pourquoi je ne lui ai pas accordé tout ce qu'il s'attribue.

---

qui veut dire, en termes plus clairs et plus précis, privé de feuilles. Il est aisé de sentir qu'un caractère pris dans la présence ou dans l'absence de quelques petites feuilles, pouvait manquer assez souvent. On pouvait pressentir qu'un assez bon nombre d'embryons, appartenant à des végétaux vêtus de grandes et belles feuilles, n'en seraient pas moins réduits à n'offrir encore qu'une tigelle inappendiculée ou sans feuilles, et par conséquent *Acotylédons*.

Quelques botanistes, imbus de l'invariabilité des feuilles cotylées, et voulant bon gré malgré les trouver partout, comme chose absolument nécessaire, prétendent que lorsqu'il n'y en a point il faut les y admettre ne fût-ce qu'en principe. Nous aimerions autant voir un zoologiste soutenir que les quatre membres appendiculaires des mammifères existent sur la colonne vertébrale des serpents.

» Je me propose de démontrer dans cette Note que M. Laurent n'a rien ajouté à la loi des substitutions considérée comme loi empirique; qu'il a trouvé la notion des types dans la science ; que ses réclamations reposent sur des citations altérées ou sur des malentendus qu'il a fait naître lui-même, en cherchant mes idées sur les substitutions dans mon *Traité de Chimie*, au lieu de les prendre tout simplement dans mon Mémoire original.

» On va voir par les extraits que j'ai réunis de mes propres Mémoires et des siens, qu'en 1834, bien avant l'époque où j'ai parlé dans mon ouvrage des phénomènes de substitution, j'avais prouvé et annoncé :

» 1°. Que le chlore peut remplacer l'hydrogène volume à volume dans les corps organiques ; exemple, formation du chloral ; action du chlore sur l'essence de térébenthine, production du *chlorocinnose;*

» 2°. Que le chlore peut agir sur les corps organiques en enlevant de l'hydrogène sans le remplacer ; exemple, conversion de l'alcool en $C^8H^8O^2$ qui précède le chloral ;

» 3°. Que le chlore peut s'ajouter à un corps qui en a pris par substitution ; sans pouvoir citer un exemple alors, j'avais déjà formellement prévu cette circonstance ;

» 4°. Que l'oxigène, en agissant sur un corps hydrogéné, peut former de l'eau et un corps oxigéné auquel cette eau demeure unie ; exemple, conversion de l'hydrure de cinnamyle et de l'hydrure de benzoïle en acides cinnamique et benzoïque.

» Ces quatre circonstances prévues ou démontrées, dans mon premier Mémoire sur les substitutions, constituent encore aujourd'hui tout ce qu'on sait à ce sujet.

» M. Laurent a d'abord fait usage de ces notions qu'il avait prises dans mon Mémoire; c'est ce qui résulte clairement de la lecture de ses premiers écrits relatifs aux substitutions, puis il en a peu à peu oublié l'origine et il a fini par se persuader qu'elles lui appartenaient. Des citations précises vont rétablir les faits sur ce premier point.

» Je fais voir également dans cette Note, comment dès les premières recherches que j'ai exécutées sur les substitutions, je me suis laissé diriger par la notion des types chimiques. Cette démonstration est d'autant plus facile, que M. Laurent, avec une bonne foi dont je le remercie, mettant de côté tous les embarras qui pourraient naître de l'influence des théories qui ont présidé successivement à nos conceptions, pose la question de la manière la plus précise, et rend par là ma réponse facile et décisive.

» M. Laurent a raison, il ne s'agit pas de savoir si l'on a donné une théorie juste, il s'agit de savoir dans quel esprit cette théorie a été donnée.

Il sera convaincu, je l'espère, par les citations suivantes, que je ne lui ai pas emprunté la notion des types, et encore moins celle des *types chimiques*. Peut-être même ira-t-il plus loin en recueillant ses souvenirs, et fera-t-il une part meilleure aux Mémoires qui ont précédé les siens dans les recherches sur les *substitutions*.

» *Loi des Substitutions.* — Occupons-nous d'abord de la loi expérimentale. Dans un Mémoire imprimé il y a trois ans et qui fait partie d'un recueil justement célèbre, M. Laurent réclame déjà l'entière propriété de la théorie des substitutions (1). Sa manière d'argumenter pour le fond, comme pour la forme, est encore la même dans la lettre qu'il vient d'adresser à l'Académie.

» M. Laurent établissait dans son ancien Mémoire que ma théorie des substitutions consistait à dire que l'hydrogène est toujours remplacé par le chlore, le brome ou l'oxigène, équivalent à équivalent. Partant de ce premier point que je suis fort loin d'accorder, M. Laurent renversait toutes les prétentions qu'il me suppose, au moyen de trois arguments.

» Le premier consistait à dire que cette théorie ainsi formulée serait inapplicable à l'explication des faits qu'on observe dans la série d'oxidation de l'alcool. Sans discuter ces faits en eux-mêmes, je me borne à répondre que M. Laurent me prêtait un principe bien différent de celui que j'ai posé.

» Le second argument est vraiment extraordinaire. M. Laurent avance que je ne puis être l'inventeur de la théorie des substitutions, puisque j'ai proposé une théorie, celle du camphène, qui ne s'accorde point avec elle. Mais M. Laurent peut-il donc ignorer que la théorie du camphène est antérieure de cinq années à mon premier Mémoire sur les substitutions ?

» Le troisième argument lui est fourni par les composés chlorés de la naphtaline. Mais M. Laurent oublie que c'est à l'aide de cette théorie qu'il présente comme incapable de les expliquer, qu'il a découvert la plupart de ces composés, qu'il a établi les formules qui les représentent tous. Il oublie tout ce qu'il a imprimé à ce sujet, à une époque qui sera rappelée plus loin; car cet argument a retrouvé place dans la lettre actuelle de M. Laurent.

» Ainsi des trois arguments employés autrefois par M. Laurent, le premier ne repose sur rien; le second repose sur une fausse date; le troisième est formellement contredit par l'auteur lui-même.

» J'aurais dû sans doute répondre plus tôt à cette première attaque, mais la réponse était si facile que je me trouvais trop heureux de pouvoir regarder comme inutile à soutenir, une polémique entamée en termes si peu mesurés.

» J'ai eu tort, je le reconnais, car aujourd'hui M. Laurent, dans sa lettre

---

(1) *Ann. de Chim. et de Physiq.*, T. LXVI, page 326.

à l'Académie, raisonne de la même manière. Pour attaquer ma théorie des substitutions, au lieu d'aller la chercher dans le Mémoire où je l'ai établie scientifiquement, il la prend dans mon *Traité de Chimie*, où je l'ai donnée dépouillée de tous les détails qui l'accompagnent dans mon Mémoire.

» Ainsi, quand il m'accuse d'avoir dit simplement que l'hydrogène était remplacé par le chlore équivalent à équivalent, quand il ajoute qu'il n'y a rien de plus dans ma théorie, et qu'il s'attribue la découverte de toutes les autres particularités, M. Laurent oublie quelques détails fort essentiels qu'il n'a pu ignorer autrefois.

» *Première particularité.* — Je dis positivement dans mon Mémoire, que lorsque l'hydrogène a été enlevé par le chlore équivalent à équivalent, le produit formé peut s'unir ensuite au chlore et donner un composé nouveau; j'ajoute qu'une fois prévenu on démêlera facilement le produit primitif du produit consécutif.

» Voici le texte formel : « Il n'est pas trop hasardé d'établir en principe » que lorsqu'une substance organique hydrogénée est soumise à l'action » d'un corps déshydrogénant, elle s'approprie une portion de ce corps » équivalente à celle de l'hydrogène qu'elle perd.

» Bien entendu que si le produit formé peut s'unir ensuite à la matière » réagissante, la combinaison pourra s'effectuer et masquera les véritables » caractères de la réaction; mais une fois prévenu, il sera facile de dé- » mêler les produits primitifs des produits consécutifs. » (*Annales de Chimie*, t. LVI, p. 148.)

» Ainsi, j'avais parfaitement établi dès l'origine, qu'après avoir formé un corps par substitution, le chlore pouvait en produire un nouveau en s'unissant au premier, et M. Laurent n'a rien eu à découvrir sur ce point.

» *Deuxième particularité.* — Mais M. Laurent a peut-être en vue le cas où dans l'action qui nous occupe le corps formé par la combustion de l'hydrogène s'unit à celui que la substitution vient de créer; circonstance qui cache au plus haut degré le caractère de la substitution, puisque la matière employée semble acquérir un élément nouveau, sans rien perdre.

» Ce cas avait été si bien prévu, que j'ai fait rentrer dans mon Mémoire la conversion de l'hydrure de benzoïle en acide benzoïque par l'oxigène parmi les phénomènes de substitution; que bientôt, et avant toute publication de M. Laurent sur ces matières, j'y ai fait rentrer la conversion de l'essence de cannelle en acide cinnamique au contact de l'air.

» Or comment $C^{28}H^{12}O^2 + O^2 = C^{28}H^{12}O^4$,
$C^{36}H^{16}O^2 + O^2 = C^{36}H^{16}O^4$,

peuvent-ils constituer des phénomènes de substitution, si ce n'est en di-

sant, comme je l'ai fait, que l'eau formée doit être mise à part, ce qui donne alors

$$C^{28}H^{12}O^2 + O^2 = C^{28}H^{10}O^3 + H^2O,$$
$$C^{36}H^{16}O^2 + O^2 = C^{36}H^{14}O^3 + H^2O;$$

ce qui laisse en définitive, comme corps formés par substitution,

$C^{28}H^{10}O^3$ provenant de $C^{28}H^{12}O^2$,
$C^{36}H^{14}O^3$..... $C^{36}H^{16}O^2$.

» Quand j'ai dit que la conversion de l'hydrure de benzoïle en acide benzoïque et celle de l'hydrure de cinnamyle en acide cinnamique étaient des phénomènes de substitution, je ne m'attendais pas, je l'avoue, à voir un jour M. Laurent regarder comme une découverte la nécessité d'éliminer l'eau formée dans cette réaction.

» M. Laurent prétendrait-il que ce n'est pas l'eau formée par les substitutions au moyen de l'oxigène qu'il veut désigner, mais bien l'acide hydro-chlorique produit par les substitutions au moyen du chlore? Je n'apercevrais pas bien la différence.

» J'ajouterais, cependant, que la nécessité d'éliminer l'acide hydrochlorique des corps qui le retiennent pour retrouver le produit réel de la substitution m'était parfaitement connue; car il m'a fallu distiller cinq ou six fois sur la potasse le produit obtenu par l'action du chlore sur l'essence de térébenthine, avant d'exécuter l'analyse à laquelle je fais allusion dans mon Mémoire sur les substitutions. (*Ann. de Chimie*, T. LVI, page 140.)

» J'ajouterais encore que cette nécessité semblait chose si simple à M. Laurent, que dans ses premiers Mémoires, il indique les résultats obtenus quand on y a égard, comme étant la conséquence et la confirmation très naturelles de la théorie des substitutions, telle que je l'avais développée moi-même.

» M. Laurent a publié en effet deux Mémoires sur la naphtaline, avant que j'eusse exposé la théorie des substitutions. L'un d'eux a spécialement pour objet les chlorures de naphtaline, et l'auteur n'a pu expliquer en rien leur nature.

» Postérieurement à mon Mémoire sur les substitutions, M. Laurent a publié plusieurs écrits sur les composés de la naphtaline, qu'il définit réellement, et il s'exprime de la manière suivante, en une phrase qui résume tout son travail :

« Le brome, en agissant sur la naphtaline, remplace l'hydrogène atome
» pour atome CONFORMÉMENT A LA THÉORIE DES SUBSTITUTIONS; l'hydrogène
» enlevé se dégage à l'état d'acide bromhydrique. Le chlore dans les mêmes
» circonstances agit de même, quoique au premier abord les résultats

» paraissent différents. Le chlore enlève de l'hydrogène et le remplace » atome pour atome, *mais l'acide hydro-chlorique au lieu de se dégager,* » *reste combiné avec les chlorures formés.* » (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LIX, p. 219) (1).

» On lit dans un autre Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LIX, p. 376):

« Le chlore peut se combiner avec la naphtaline, et former l'hydro- » chlorate de chloro-naphtalase, qu'on peut représenter par une des deux » formules suivantes : $C^{40}H^{16}Cl^4$ ou $C^{40}H^{14}Cl^2 + H^2Cl^2$.

» Laquelle choisir? L'analogie, ses transformations et la THÉORIE DES » SUBSTITUTIONS vont nous l'indiquer; etc. »

» On lit encore plus loin le tableau de la série de la naphtaline, dont j'extrais quelques composés, en laissant parler M. Laurent.

$C^{40}H^{16}$, ... naphtaline ou naphtalène radical fondamental,
$C^{40}H^{14}Cl^2$, ... chloro-naphtalase,
$C^{40}H^{14}Cl^2 + H^2Cl^2$, hydro-chlorate de chloro-naphtalèse,
$C^{40}H^{12}Br^4$, ... bromo-naphtalèse,
$C^{40}H^{12}Cl^4 + H^4Cl^4$, hydro-chlorate de chloro-naphtalase,
etc.

» M. Laurent disait alors : « Ce tableau présente des formules conformes » à la théorie des substitutions et aux réactions. » Ce qui n'empêche pas M. Laurent quelques années plus tard, d'employer exactement les mêmes faits contre la théorie des substitutions :

« Voici, dit-il, les résultats de l'action directe du chlore et du brome » sur la naphtalène, sans l'intermédiaire d'aucun autre agent :

$C^{40}H^{16}$,
$C^{40}H^{16} + Cl^2$,
$C^{40}H^{16} + Cl^4$,
$C^{40}H^{12} + Br^4$,
$C^{40}H^{14} + Cl^8$,
$C^{40}H^{12} + Cl^{12}$.

(1) Je ne saisis pas la différence qui peut exister entre ce passage et le suivant que j'extrais du Mémoire sur l'essence de cannelle, que j'avais déjà publié avec M. Péligot.

« On retrouve ici une application exacte de la théorie des substitutions, que l'un » de nous a récemment développée. En effet, l'huile de cannelles perd deux atomes » d'hydrogène, et gagne un atome d'oxigène, pour constit er l'acide cinnamique » anhydre, ainsi que l'indiquait cette théorie. *L'eau formée par la combustion de* » *cet hydrogène, se fixe sur l'acide anhydre, et le change en acide hydraté.* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LVII, p. 315.)

» Ce tableau me dispense de toute réflexion. » Ce qui veut dire que la théorie des substitutions de M. Dumas ne saurait l'expliquer.

» Ainsi, les mêmes faits que M. Laurent reconnaît en 1835 comme parfaitement conformes à la théorie des substitutions, deviennent en 1837 incompatibles avec cette théorie. En 1835 c'est la théorie des substitutions qui apprend à M. Laurent à dégager le radical modifié des corps qui s'y sont unis; en 1837 c'est M. Laurent, qui tout au contraire, croit avoir appris cette nécessité à la théorie des substitutions.

» J'avais donc vu, 1° que le chlore pouvait remplacer l'hydrogène équivalent à équivalent; 2° que le chlore pouvait se fixer en quantités excédant l'hydrogène enlevé; 3° que l'eau ou l'acide hydro-chlorique formés pouvaient demeurer unis au produit; 4° enfin, j'avais vu que le chlore pouvait enlever l'hydrogène sans le remplacer.

» Ce dernier point n'a pas besoin de démonstration particulière, car tout le monde sait que j'ai expliqué la formation du chloral en supposant que l'alcool, traité par le chlore, perdait d'abord deux équivalents d'hydrogène que le chlore ne remplaçait pas.

» Ainsi, les quatre circonstances qui peuvent se manifester dans l'action réciproque du chlore et d'un corps hydrogéné, je les avais vues dès le premier jour. Elles sont exprimées dans mon Mémoire du 13 janvier 1834, comme elles l'ont été dans le Mémoire tout récent que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie. M. Laurent a donc eu tort de dire que ma théorie des substitutions n'est devenue vraie qu'avec le secours des *modifications* qu'il y a jointes, car ces modifications ne sont pas autre chose que les *particularités* que je viens de rappeler.

» *Théorie des types.* — S'il est facile de détruire toute l'argumentation de M. Laurent; en ce qui concerne la loi des substitutions, il est encore bien plus aisé de détruire toutes les prétentions qu'il élève au sujet de la théorie des types.

» Et d'abord quand M. Laurent vient dire qu'avant qu'il se fût occupé de ces matières, il n'était question ni de nomenclature, ni de théorie électro-chimique, ni de types, M. Laurent y a-t-il bien réfléchi?

» Et où M. Laurent a-t-il donc pris la nomenclature dont il fait usage dès son premier Mémoire sur les substitutions? Comment a-t-il oublié que nous nous en étions déjà servis dans un Mémoire antérieur au sien et où nous avons désigné, M. Péligot et moi, sous le nom de *chlorocinnose*, le composé dérivé de l'essence de cannelles, par la perte de 4 équivalents de chlore; réservant ainsi les mots *chlorocinnase*, *chlorocinnèse*, *chlorocinnise*, pour les trois composés qui devaient le précéder.

» Cette nomenclature a été conçue en 1834; elle exprime tout un système d'idées; aussi avant de l'adopter a-t-elle été débattue avec M. Ampère qui, à plus d'un titre, fut conduit à discuter avec moi les principaux traits de la théorie des substitutions. M. Ampère n'était pas satisfait de cette nomenclature, il aurait voulu qu'elle fît sentir que le chlore remplaçait l'hydrogène; il aurait voulu que ces noms ne pussent pas être confondus avec ceux que je venais d'appliquer à la désignation des corps où le chlore remplace l'oxigène : comme, acide formique et chloroforme.

» Nous ne pûmes contenter M. Ampère, et nous conservâmes le nom de *chlorocinnose*. Je nommai selon le même principe les composés que M. Laurent avait produits à l'aide de la naphtaline. Toutes ces circonstances sont parfaitement connues de M. Péligot, qui travaillait alors avec moi aux mémoires que nous avons publiés ensemble.

» Enfin, et ici je réclame l'attention du lecteur, car toute la question est là : dans sa lettre, M. Laurent ne prouve pas mieux que j'aie méconnu l'existence des types quand j'ai eu pour la première fois à parler des substitutions. En effet, dans sa préoccupation, il est amené à faire le raisonnement suivant :

« Si M. Dumas eût alors admis les types, il aurait représenté l'alcool et » l'acide acétique ainsi

alcool $C^8H^8 + H^4O^2$
acide $C^8H^4O^2 + H^4O^2$.

» Alors quelle que fût du reste la véritable formule de l'alcool, on serait » forcé de regarder M. Dumas comme le véritable auteur du principe en » question. »

» Eh bien! que M. Laurent remonte à mon premier Mémoire sur les substitutions et il sera satisfait car il y trouvera toutes les formules qu'il regarde comme nécessaires et décisives.

» Rien de plus aisé que d'expliquer pourquoi M. Laurent a trouvé dans mon *Traité de Chimie* des formules qu'il cite comme n'étant pas conformes à la théorie des types, et comment il aurait trouvé celles que la théorie exigeait dans mon Mémoire. C'est que ces formules représentent les corps d'une manière hypothétique, liberté qu'on se permet dans un mémoire et qu'on s'interdit dans un ouvrage élémentaire où les corps doivent être représentés d'après l'opinion générale des chimistes.

» Voici le passage de mon Mémoire (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LVI, p. 144).

« En faisant agir l'oxigène sur l'hydrogène carboné de l'alcool de manière » à lui enlever 4 volumes d'hydrogène, ils doivent être remplacés par 2

» volumes d'oxigène, et ceci admis, l'alcool se trouve converti en acide » acétique. On a, en effet,

$$\begin{array}{rcl} C^8H^8 \ldots\ldots = \ldots\ldots & & C^8H^4O^2 \\ H^4O^2 & & H^4O^2 \\ \hline \text{alcool}\quad C^8H^{12}O^4 \ldots\ldots = \ldots\ldots & & C^8H^8O^6 \quad \text{acide acétique hydraté.} \end{array}$$

» Si l'on enlève à l'hydrogène carboné la totalité de son hydrogène, il » ne faudra pas moins de 4 atomes d'oxigène pour le remplacer. L'alcool » ainsi modifié se trouverait converti en acide formique. » Voici la formule :

$$\begin{array}{rcl} C^8H^8 \ldots\ldots = \ldots\ldots & & C^8O^4 \\ H^4O^2 & & H^4O^2 \\ \hline \text{alcool}\quad C^8H^{12}O^4 \ldots\ldots = \ldots\ldots & & C^8H^4O^6 \quad \text{acide formique.} \end{array}$$

» La condition exprimée par M. Laurent se trouve donc remplie et toute discussion pourrait devenir superflue.

» Pour s'épargner tout ce qu'il a écrit au sujet du chloral et de l'éther acétique, il lui suffisait encore de lire mon Mémoire. M. Laurent me reproche d'avoir avancé que sous l'influence du chlore, l'alcool se change en éther acétique, et ce dernier en chloral. Or, voici ce que j'ai imprimé : (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LVI, p. 142.)

» Sous l'influence de la première action du chlore, il *peut se produire de* » *l'éther acétique*, l'alcool perdant 4 vol. d'hydrogène, sans que le chlore » s'unisse aux autres éléments de l'alcool. *On ne veut pas dire que la por-* » *tion d'alcool qui se change en chloral passe par l'état d'éther acétique. Il* » *est peu présumable que cette transition ait lieu....* »

» Quoi qu'il en soit, à partir de ce point, l'action du chlore rentre dans » la règle indiquée plus haut. Il nous reste en effet un premier résidu » $C^8H^8O^2$, qui, en perdant H^6, gagne précisément Ch^6 pour constituer les » 4 vol. de chloral. »

» Ainsi, en divisant la réaction en ces deux époques, on aurait les rap- » ports suivants :

$$\begin{array}{rcl} C^8H^8 + H^4O^2 + Ch^4 = C^8H^8O^2 \ldots\ldots + Ch^4H^4, \\ C^8H^8O^2 + Ch^{12} \quad = C^8H^2Ch^6O^2 \ldots + Ch^6H^6. \end{array}$$

» Toutes ces formules sont celles que nous admettons, sont précisément celles que M. Laurent croit maintenant avoir imaginées.

» M. Laurent s'est donc fait une illusion complète, quand il est venu affirmer que la notion des types a été étrangère à mes premiers travaux sur les substitutions.

» Quand j'ai envisagé, en 1827, l'acide chloro-carbonique, comme de l'acide carbonique dans lequel une partie de l'oxigène était remplacée par du chlore ;

» Quand j'ai rangé, en 1833, le chloroforme, le bromoforme, l'iodoforme et l'acide formique anhydre en un même groupe;

» Quand j'ai représenté, en 1834, le symbole $C^8H^8O^2$, comme donnant par substitution le chloral $C^8H^2Ch^6O^2$;

» Quand j'ai dit que le gaz oléfiant hydraté donnait par substitution

C^8H^8	$C^8H^4O^2$	C^8O^4
H^4O^2	H^4O^2	H^4O^2
Alcool $C^8H^{12}O^2$....	$C^8H^8O^4$ acide acétique....	$C^8H^4O^6$ acide formique;

j'ai raisonné, comme aujourd'hui, et j'ai admis la conservation d'un certain type, malgré la substitution d'un élément à un autre élément.

» Si la notion des types existe déjà dans les recherches expérimentales que j'ai exécutées long-temps avant que M. Laurent s'occupât des substitutions, que dire de ses réclamations au sujet des types chimiques ou des types mécaniques en particulier?

» Je ne connais personne qui, avant moi, ait proposé de grouper expérimentalement, les corps organiques en genres d'après des propriétés chimiques fondamentales, de l'ordre de celles que j'ai essayé de mettre à profit. Je ne connais personne qui, avant M. Regnault, ait cherché à classer les corps organiques par une étude expérimentale et précise de certaines propriétés physiques.

» M. Laurent a trouvé la notion des types dans la science; il l'a adoptée, discutée à sa manière; il en a tiré des conséquences; mais il l'a laissée ce qu'elle était, c'est-à-dire une opinion.

» Non-seulement cette notion m'avait guidé moi-même, mais à coup sûr elle avait également guidé M. Persoz, quand il a écrit le passage suivant, si bien confirmé par l'expérience.

« En reconnaissant à de certains composés la faculté de faire fonction » de radical par rapport à une molécule élémentaire, on admet par cela » même qu'en présence d'une molécule d'un corps quelconque qui lui » soit analogue, ce radical pourra s'y unir.

» Par exemple, de ce que le gaz sulfureux s'unit à l'oxigène en produisant » l'acide sulfurique, on en peut inférer que ce même gaz s'unira au soufre, » au brome, à l'iode, etc. » (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LX, p. 145.)

» Ainsi, de même que je ne puis reconnaître que M. Laurent nous ait appris quelque chose touchant la loi expérimentale des substitutions, je

suis forcé d'ajouter qu'il ne nous a rien appris en ce qui concerne la notion générale des types.

» Un dernier mot à ce sujet : lorsque je me suis contenté de dire qu'après la substitution le corps réagissant pouvait s'unir avec le produit modifié, j'ai énoncé un résultat qui embrasse la formule des acides donnée par M. Laurent, mais qui ne la définit pas. Pour M. Laurent, un acide est un corps qui renferme de l'oxigène en sus de celui qui s'est substitué.

» Je ne me prononcerai pas sur ce point, mais je dois rétablir encore ici les droits de M. Persoz, qui s'est exprimé en ces termes dans un Mémoire destiné d'ailleurs à développer cette pensée :

« Les acides et les bases organiques sont des oxides à radicaux com-
» posés ; en retranchant 1 volume d'oxigène de leur formule, il reste un
» certain nombre d'éléments représentant 2 ou 4 volumes d'un radical
» composé, qui pourra être quelquefois obtenu en liberté, d'autres fois en
» combinaison seulement. » (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LX, p. 150.)

» Ce point de vue immédiatement associé à la théorie des substitutions par M. Laurent (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LXI, p. 125), constitue pour une grande part ce qu'il nomme sa théorie.

» Si M. Laurent avait cité, quand il a formulé *sa théorie*, l'origine de chacune des propositions dont elle se compose, il se fût évité toutes les illusions dont il est la dupe involontaire, sans doute, depuis quelques années.

» Parmi les questions qui exigent une explication, il en est une qui aurait pu donner lieu à des développements intéressants; c'est la suivante :

» *Rôle du chlore et de l'hydrogène.* — M. Laurent a souvent raisonné dans l'hypothèse où le chlore, en se substituant à l'hydrogène, n'en modifierait pas le type chimique. Je n'ai de mon côté adopté cette manière de voir qu'après les travaux de M. Regnault sur la liqueur des Hollandais, ceux de M. Malaguti sur les éthers chlorés, et mes propres recherches sur l'acide chloracétique.

» Pourquoi cette différence ? Le voici :

» Quand on part de l'alcool $C^8H^{12}O^2$, et qu'on remplace l'hydrogène par de l'oxigène, on obtient successivement

$C^8H^{10}O^2$ alcool,
$C^8H^8O^4$ acide acétique,
$2C^4H^2O^3$ acide formique,
$4C^2O^2$ acide carbonique.

» Ainsi, un équivalent d'alcool en donne un d'acide acétique, 2 d'acide

formique et 4 d'acide carbonique. La substitution de l'oxigène à l'hydrogène modifie donc le type chimique, dans ce cas.

» Pour le chlore, la conséquence était la même d'après les propres recherches de M. Laurent. Il avait établi en effet que la naphtaline donne

$C^{40}H^{14}Cl^2 + Cl^2H^2$..... hydro-chlorate de chloro-naphtalase,
$C^{20}H^6\ Cl^2 + Cl^2H^2$..... hydro-chlorate de chloro-naphtalèse,
$C^{40}H^{14}O + Az^2O^3$..... nitro-naphtalase,
$C^{20}H^6\ O + Az^2O^3$..... nitro-naphtalèse, etc.;

c'est-à-dire que le chlore, comme l'oxigène, modifiait le type chimique de la naphtaline par des substitutions successives.

» On ne gagnait rien à écrire ces formules comme l'a fait M. Laurent plus tard

$$C^{40}H^{14}Cl^2 + Cl^2H^2,$$
$$C^{40}H^{12}Cl^4 + 2Cl^2H^2,$$
$$C^{40}H^{14}O + Az^2O^3,$$
$$C^{40}H^{12}O^2 + 2Az^2O^3;$$

car alors il en résultait qu'en faisant entrer du chlore ou de l'oxigène dans le radical, on modifiait sa capacité de saturation.

» M. Piria a fait, dans mon laboratoire, des expériences très précises qui prouvent que les corps dérivés de la naphtaline par substitution de chlore, produisent tous 4 volumes de vapeur comme la naphtaline. Ce résultat rend la dernière série de formules plus probable que la première, mais la difficulté demeure intacte; car le corps qui renferme 4 vol. de chlore prend deux fois plus d'acide que le corps qui en contient 2 volumes seulement; celui qui contient 2 vol. d'oxigène prend deux fois plus d'acide que celui qui n'en renferme qu'un seul.

» Tel est le motif qui pendant long-temps a tenu mon esprit dans le doute au sujet du rôle exact du chlore dans les produits obtenus par substitution; c'est ce qui m'a fait dire que je n'admettais pas l'identité du rôle chimique de ces deux corps. Il résultait de l'expérience acquise que le chlore remplaçait l'hydrogène volume à volume, mais rien n'autorisait à avancer que les propriétés chimiques du corps fussent conservées.

» Les expériences de M. Malaguti sur les éthers chlorés ont rendu très probable au contraire que le chlore, en se substituant à l'hydrogène, ne modifie pas le pouvoir saturant de l'éther.

» Mes recherches sur l'acide chloracétique ont donné à cette opinion le caractère de la certitude. Il est évident qu'avant qu'elles fussent exécutées, on aurait parfaitement compris la série suivante :

$C^8H^8O^4$ acide acétique..... = $C^8H^8O^4$ acide acétique,
$2C^4H^2O^2$ acide chloracétique..... = $2C^4H^2O^3$ acide formique,
Ch^2
$4C^2Ch^2O$ acide chloro-carbonique. = $4C^2O^2$ acide carbonique.

» *Un* équivalent d'acide acétique en aurait donné *deux* d'acide chloracétique et *quatre* d'acide chloro-carbonique. Cette série eût été conforme et parallèle à celle qui exprime l'action de l'oxigène sur l'acide acétique.

» L'expérience seule pouvait donc nous apprendre en quoi consistait le véritable acide acétique chloré; elle seule pouvait nous dire si le chlore, en remplaçant l'hydrogène, ne modifiait pas le pouvoir chimique des corps. Je persiste à croire qu'à cet égard l'analyse exacte de l'acide chloracétique était nécessaire et qu'elle était concluante.

» Je n'en ai pas moins rendu pleine justice à M. Laurent dans mon Mémoire en disant qu'il avait insisté sur l'identité du rôle du chlore et de l'hydrogène long-temps avant que l'expérience eût prononcé à cet égard.

» Mais cela ne satisfaisait pas M. Laurent, pas plus que la part honorable que je lui ai faite au sujet des radicaux organiques. Il a altéré mon texte pour se donner le droit de se plaindre, et il suffit de relire le passage de mon Mémoire qui les concerne pour apprécier la valeur de ses récriminations.

» *Rôle de la forme de la molécule.* — J'ai cité dans mon Mémoire le nom de M. Couerbe, et je l'ai fait par deux motifs.

» Le premier, c'est que ce chimiste distingué fait jouer à la vapeur nitreuse, un rôle que j'admets moi-même.

» Le second, c'est qu'il a écrit le passage suivant (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LVI, p. 189) : « J'ai attribué les propriétés alcalines à » la forme physique de la molécule, forme produite par le groupement » des atomes élémentaires de cette molécule. Cette idée que j'ai généralisée » est la cause sinon première, du moins secondaire des propriétés, etc. »

» Je ne pouvais donc pas attribuer à M. Laurent, au sujet de la forme des molécules, une vue qui avait été aussi nettement exprimée, bien avant l'époque où il s'en est servi lui-même. Du reste, je suis loin d'envisager ces phénomènes de la même manière que M. Laurent, et je m'expliquerai bientôt à ce sujet d'une manière plus complète.

» En résumé, je demeure entièrement et profondément convaincu par un examen nouveau de tous les documents, comme je l'étais par ma conscience et mes souvenirs, car ceci n'est pas seulement une question de date et de textes, mais aussi une question de bonne foi, que M. Laurent n'a rien

ajouté à la loi expérimentale des substitutions; que la notion nette et précise des types ne lui appartient pas. Je n'ai donc rien à changer aux phrases suivantes que j'extrais de mon Mémoire :

« Il ne faut plus se dissimuler que deux systèmes d'idées sont en pré-
» sence. L'un qui a pour appui toute l'autorité du passé, les droits acquis
» d'une possession paisible presque séculaire maintenant, l'assentiment ta-
» cite d'un grand nombre de chimistes, et qui compte parmi ses défen-
» seurs et à leur tête un savant illustre entre les plus illustres, M. Ber-
» zélius.

» L'autre, qui consiste à dire que les corps formés du même nombre
» d'équivalents chimiques, unis de la même manière, appartiennent au
» même type moléculaire et souvent au même type chimique.

» Ce dernier attribue au nombre et à l'arrangement des particules une
» influence de premier ordre, qui, dans les idées de la chimie reçue, ap-
» partient surtout à leur nature. La loi des substitutions serait la démons-
» tration expérimentale de ce nouveau système, et elle aurait conduit quel-
» ques-uns de ses partisans à l'adopter. Je n'en réclame pas l'invention, car
» il ne fait que reproduire et préciser, sous une forme plus générale, des
» opinions qu'on retrouverait dans les écrits d'un grand nombre de chimistes
» et en particulier de MM. Robiquet, Mitscherlich, Liebig, Laurent, Persoz,
» Couerbe, etc. C'est précisément cette coïncidence entre les faits nombreux
» que la loi des substitutions a conduit à découvrir, et les opinions déjà con-
» nues relatives à l'influence de certains arrangements moléculaires préexis-
» tants, qui m'a donné la confiance nécessaire pour les adopter à mon tour,
» quand j'ai proposé d'admettre des types organiques. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. LEVERRIER, *relatif aux variations des éléments des sept planètes principales.*

(Commissaires, MM. Arago, Savary, Liouville rapporteur.)

« Les perturbations que les planètes éprouvent dans leur mouvement elliptique autour du Soleil sont de deux espèces. Les unes dépendent de la configuration des planètes entre elles, et reprennent les mêmes valeurs toutes les fois que ces configurations redeviennent les mêmes: on les a nommées *inégalités périodiques*. Les autres sont aussi périodiques, mais

ont des périodes beaucoup plus longues et indépendantes de la configuration mutuelle des planètes: on leur a donné le nom d'*inégalités séculaires* : ce sont elles qui font varier par degrés insensibles, l'inclinaison de chaque planète sur un plan fixe, la ligne des nœuds, le périhélie et l'excentricité; mais elles n'influent pas sur les grands axes dont l'expression analytique reste constante, comme l'a démontré M. Poisson, lors même qu'on a égard aux termes qui proviennent du carré de la force perturbatrice.

» Pour calculer les inégalités séculaires qui affectent les nœuds, les inclinaisons, les excentricités et les périhélies, les géomètres ont eu recours à des méthodes d'approximation fondées sur la petitesse des nombres qui représentent les excentricités et les inclinaisons. En se bornant aux termes de l'ordre le moins élevé par rapport à ces deux quantités, ils ont formé deux systèmes d'équations différentielles linéaires dont l'intégration doit fournir la solution du problème proposé. Le premier de ces deux systèmes détermine les variations des excentricités et des périhélies : le second détermine les variations des nœuds et des inclinaisons des orbites sur un plan fixe. Pour l'un et pour l'autre, l'intégration est très facile par les méthodes connues : on trouve que les variables dont on fait dépendre, soit le nœud et l'inclinaison, soit l'excentricité et le périhélie de chaque planète, sont exprimées par des sommes de sinus et de cosinus d'arcs proportionnels au temps. Mais pour que les formules algébriques auxquelles on arrive puissent avoir quelque utilité pratique, il faut réduire en nombres, à l'aide des données de l'observation, les valeurs des constantes arbitraires que l'intégration introduit, question très compliquée lorsque l'on considère à la fois les sept planètes principales : le calcul pénible qu'elle exige et que personne jusqu'ici n'avait effectué d'une manière exacte, M. Leverrier l'a entrepris avec succès dans le Mémoire dont nous rendons compte aujourd'hui. Pour qu'on en comprenne toute l'utilité, il nous suffira de faire observer que ce calcul pouvait seul décider si notre système planétaire offre des conditions de stabilité, c'est-à-dire si les excentricités et les inclinaisons, qui ont à présent de petites valeurs, resteront toujours renfermées dans d'étroites limites ou bien au contraire pourront grandir considérablement. Laplace, il est vrai, a démontré que pour un nombre quelconque de planètes, ayant des masses données et circulant dans le même sens autour du Soleil, il existe toujours un degré de petitesse tel que si les excentricités et les inclinaisons se trouvent à l'origine du temps au-dessous de ce degré, elles resteront par cela même éternellement renfermées entre des limites très étroites. Mais ce beau théorème ne suffit

pas pour prouver algébriquement et *à priori* que notre système planétaire est stable; il prouve seulement que ce système peut être stable: un calcul numérique devient indispensable pour établir qu'il l'est en effet. Il ne faut pas se borner à dire vaguement que les excentricités et les inclinaisons actuelles sont petites; il faut encore montrer qu'elles sont suffisamment petites. De l'analyse même de Laplace, il résulte que sans rien changer à leurs valeurs, et en disposant convenablement des masses et des grands axes, on pourrait mettre en défaut la démonstration de la stabilité du système, car les limites que l'on obtient pour les inclinaisons futures (en cherchant la somme de certains coefficients) peuvent être de cette manière rendues très grandes: c'est ce que M. Leverrier a montré en détail dans un autre Mémoire pour le cas de trois planètes, et ce qui est vrai *à fortiori* pour un nombre de planètes plus considérable. Nous le répétons donc, la question de la stabilité du système solaire ne peut être résolue que par un calcul numérique. Déjà Lagrange, qui sentait l'importance d'un tel calcul, s'en était occupé dans les Mémoires de Berlin, année 1782; mais les masses des planètes étaient mal connues à l'époque où il publia son travail, et l'inexactitude de ces données de la question dut passer naturellement dans les formules qu'il a obtenues. D'ailleurs il a, pour plus de simplicité, considéré notre système planétaire comme composé de deux groupes distincts; l'un formé des planètes supérieures Jupiter et Saturne (auxquelles il faut maintenant joindre la planète Uranus), et l'autre formé des planètes inférieures, Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Or si l'action du second de ces deux groupes sur le premier est négligeable, l'action du premier sur le second est au contraire assez sensible, et l'on doit en tenir compte plus rigoureusement que ne le fait Lagrange. Le calcul, il est vrai, devient très long, très délicat; mais on n'en doit que plus de reconnaissance à M. Leverrier d'avoir réussi le premier à l'effectuer d'une manière convenable. Non-seulement ce calcul était tout-à-fait indispensable pour démontrer avec quelque rigueur la stabilité de notre système planétaire, mais il serait même bien à désirer qu'on pût le compléter en poussant plus loin encore l'approximation par rapport aux excentricités et aux inclinaisons dont on néglige le cube dans les équations différentielles. Il est en effet très difficile de se rendre compte de l'influence de tous ces termes qu'on néglige; et l'on ne doit pas oublier qu'une approximation du genre de celles que nous discutons ici, ayant été, au premier aperçu, jugée suffisante par trois grands géomètres, Clairaut, Euler et d'Alembert, les a conduits d'abord à une valeur du mouvement de l'apogée de la Lune à peu près égale

à la moitié seulement de celle que donnent et l'observation et les formules plus exactes qu'ils ont eux-mêmes trouvées ensuite. Puisqu'il a été jusqu'ici impossible de soumettre les problèmes de mécanique céleste à une méthode géométrique absolue, dans laquelle on ne négligerait rien, puisqu'il faut nous restreindre à de simples formules approchées, dont nous n'apprécions même qu'à peu près le degré d'exactitude, au moins est-il à souhaiter qu'on pousse les approximations numériques assez loin pour être sûr de ne négliger aucun terme vraiment sensible, et pour vérifier en quelque sorte par le fait même la convergence de nos séries.

» Indépendamment de la grande question dont nous venons de parler, M. Leverrier a résolu aussi dans son Mémoire quelques autres problèmes qui s'y rattachent plus ou moins directement, et sur lesquels nous ne pouvons pas insister. Nous devons dire toutefois que dans le cours de ses recherches, M. Leverrier a fait usage de certaines intégrales, indépendantes du temps, qui appartiennent aux équations linéaires dont les variations des excentricités et des inclinaisons dépendent. M. Leverrier arrive à ces intégrales par une combinaison assez simple des équations différentielles (1).

» Nous pensons que le Mémoire de M. Leverrier mérite d'être approuvé par l'Académie, et d'être imprimé dans le *Recueil des Savans étrangers.* »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

---

(1) On pourrait aussi les déduire des intégrales ordinaires en se rappelant une propriété bien connue des équations linéaires que nous considérons ici, savoir que si les quantités h, l, h', l', ... ou p, q, p', q', ... dont les excentricités et les périhélies, ou bien les inclinaisons et les nœuds dépendent, s'expriment par des sinus et des cosinus d'arcs proportionnels au temps, réciproquement les sinus et cosinus dont il s'agit peuvent aussi s'exprimer immédiatement en fonction de ces quantités. En cherchant ainsi le sinus et le cosinus de chacun des arcs, puis égalant à l'unité la somme de leurs carrés, on obtiendra des intégrales indépendantes du temps, en nombre égal à celui des planètes : de plus, dans le cas des inclinaisons une de ces intégrales se décomposera en deux autres, car un des arcs dont nous avons cherché le sinus et le cosinus étant alors indépendant du temps, le temps se trouve éliminé de lui-même et séparément dans les deux formules qui fournissent le sinus et le cosinus correspondant, en sorte que l'on n'a pas besoin de recourir à la somme des carrés.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un calendrier perpétuel présenté par* MM. CRISTA *et* MEIJNARDI.

(Commissaires, MM. Savary, Séguier, Gambey rapporteur.)

« L'Académie a renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Savary, Séguier et moi, un calendrier perpétuel qui vous a été présenté, dans une des séances de l'Académie, de la part de MM. Crista et Meijnardi, de Turin. Votre Commission s'est assemblée; elle a vu dans tous ses détails cet appareil, qui lui a paru disposé d'une manière ingénieuse, mais elle a reconnu en même temps qu'il n'y avait rien de nouveau dans son principe, et son avis est que cette machine ne peut être le sujet d'un examen plus approfondi. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection d'un membre pour la place vacante dans la section de Mécanique, par suite du décès de M. de Prony.

Avant qu'on recueille les suffrages, M. le président, après avoir donné lecture de la liste présentée par la Section, annonce que deux des candidats qui, étant dans les services publics, pourraient être appelés à changer de résidence, ont adressé une déclaration par laquelle chacun d'eux s'engage à demeurer à Paris dans le cas où il serait élu.

Le nombre des votants est de 53.

Au premier tour de scrutin:

M. Piobert obtient	50 suffrages.
M. de Pambour	2
M. Morin	1

M. PIOBERT, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu; sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

L'Académie procède ensuite, également par voie de scrutin, à la nomination de la Commission qui aura à examiner les pièces adressées pour le concours au *prix de Mécanique* de la fondation Montyon.

MM. Poncelet, Coriolis, Séguier, Gambey, Ch. Dupin réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède enfin, toujours par voie de scrutin, à la formation de la Commission chargée de décerner la médaille de Lalande.

MM. Arago, Bouvard, Savary, Damoiseau, Mathieu composeront cette Commission.

MÉMOIRES LUS.

Sur l'importance de la limite qui sépare le calcaire de montagne des formations qui lui sont inférieures; par M. DE VERNEUIL. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Cordier, Élie de Beaumont.)

« Le but de ce Mémoire est de prouver que la limite à établir entre le système carbonifère et le système silurien, dans lequel l'auteur comprend le vieux grès rouge, est de valeur égale aux divisions introduites dans les terrains secondaires. Laissant de côté en ce moment un des éléments de classification, c'est-à-dire la discordance des dépôts, l'auteur ne considère la question que sous le point de vue zoologique; il établit :

» 1°. Que la plupart des espèces siluriennes ont cessé de vivre à l'époque carbonifère;

» 2°. Que cette transformation des espèces a eu lieu dans des contrées très distinctes les unes des autres.

» La distinction zoologique des terrains siluriens et carbonifères a été observée dans tout le nord de l'Europe, depuis le Spitzberg jusqu'à la Russie méridionale, dans les États-Unis, particulièrement à Zanesville (état de l'Ohio), et dans la Sud-Amérique, près du lac de Titicaca, en Bolivie. Cette distinction a donc un caractère de généralité qui doit lui donner une grande importance.

» L'uniformité qui paraît avoir existé aux époques primitives dans la distribution des êtres à la surface de la terre, facilite singulièrement l'étude des anciens terrains sous le rapport géographique. Partout où l'on a pu observer les terrains vulgairement dits de transition, en Europe, dans les deux Amériques, aux îles Falkland, au cap de Bonne-Espérance, à la Nouvelle-Hollande, et à la terre de Van Diemen, on y a rencontré des espèces identiques avec celles qui caractérisent chez nous les plus anciens dépôts de sédiment. Comment des êtres placés dans des circonstances si diverses, n'ont-ils pu échapper à une destruction totale? C'est une question qu'il n'est pas facile de résoudre. Quoi qu'il en soit, la cause inconnue qui

a remplacé les espèces siluriennes par les espèces carbonifères, a agi sur des points du globe très éloignés les uns des autres, et présente ainsi un caractère de grandeur qui doit la faire placer au premier rang de celles qui ont troublé le monde à des époques postérieures. »

ACOUSTIQUE. — *Mémoire sur les sons produits par des tubes cylindriques de mêmes longueur et de diamètres différents; par* M. **Blein.**

(Commissaires, MM. Biot, Savart.)

« Dans les recherches qui font l'objet de ce Mémoire, j'ai eu pour but de trouver les moyens d'établir un son invariable fourni par un corps dont les dimensions se rattachassent à celle de notre système métrique, afin de fixer, d'une manière constante, le *diapason* des voix et des instruments, et d'empêcher à l'avenir toute altération à cet égard. »

M. **Blein** présente un second Mémoire ayant pour titre : *Sur les sons harmoniques produits par des cordes tendues mises en état de vibration.*

(Renvoi à la Commission nommée pour le précédent Mémoire.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *Statistique géognostique des chaux hydrauliques, ciments et pouzzolanes, pour la ligne du canal de la Marne au Rhin, entre Vitry-le-Français et Toul; par* M. **A.-N. Parandier.**

(Commissaires, MM. Berthier, Élie de Beaumont.)

« Les chaux hydrauliques dont il est question dans le Mémoire de M. Parandier sont données pour la plupart par des couches de dolomie, qui sont intercalées dans les calcaires jurassiques de cette partie de la France. Les dolomies dont il s'agit forment dans le calcaire du Jura des couches régulières qui paraissent avoir été déposées à l'état de dolomie. M. Parandier en avait déjà observé d'analogues dans les calcaires jurassiques des environs de Besançon. Les propriétés hydrauliques de ces dolomies, en feront une ressource importante pour les constructions et les feront rechercher dans beaucoup de contrées. »

M. **Costaz** fait remarquer que M. *Vicat* a déjà signalé tout le parti que

l'on peut tirer des dolomies pour la fabrication des chaux hydrauliques, bétons, etc.

M. Arago répond que M. Parandier est bien loin de s'attribuer les découvertes de M. Vicat, au mérite duquel il rend toute justice; le but qu'il s'est proposé dans le Mémoire actuellement soumis au jugement de l'Académie, est de faciliter, au moyen des données que fournit la géologie, les travaux de l'ingénieur; de faire pressentir les localités où l'on aura des chances de rencontrer une substance dont les recherches de M. Vicat ont fait apprécier toute l'importance.

CHIMIE. — *Mémoire sur les essences d'estragon et de sabine, la cinnhydramide et le bromure de camphre; par* M. Laurent. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Robiquet, Pelouze.)

« L'essence d'estragon bout à 206°. Sa densité = 0,945.

» La densité de sa vapeur = 6,157.

» Sa formule est

$$C^{48}H^{32}O^{2};$$

elle représente 4 volumes de vapeur.

» Elle peut se combiner avec l'acide sulfurique et former un acide que je nomme sulfo-draconique.

» Le sulfo-draconate de baryte a pour formule :

$$C^{48}H^{32}O^{2},\ SO^{3} + BaO.$$

Cette essence donne, avec l'acide nitrique, 5 nouveaux acides cristallisables :

» L'essence de sabine a la même composition et les mêmes propriétés que l'essence de térébenthine.

» La cinnhydramide est une substance cristallisée que j'ai obtenue avec l'ammoniaque et l'essence de cannelle.

» Sa formule est

$$C^{36}H^{18}Az^{\frac{4}{3}}O.$$

» La loi des substitutions se trouve encore ici en défaut, car l'essence de cannelle a perdu 1 équivalent d'oxigène et elle a gagné 3 équivalents d'hydrogène et d'azote.

» Elle prend naissance en vertu de la réaction suivante

$$(C^{36}H^{14}O^2 + H^2) + H^4Az^{\frac{4}{3}} = (C^{36}H^{14}Az^{\frac{4}{3}} + H^2 + H^2O) + H^2O, \text{ qui se dégage.}$$

» Le bromure de camphre est un corps cristallisé qui se forme en mettant le brome et le camphre en contact. Sa formule est

$$C^{40}H^{32}O^2 + Br^4.$$

Il présente des propriétés telles qu'on ne peut le regarder que comme un bromure, car au contact de l'air, il se liquéfie presque immédiatement; il se dégage du brome et il reste du camphre.

» L'ammoniaque le change subitement en camphre.

» La distillation le transforme de même en brome et en camphre; mais en même temps il se dégage un peu d'acide hydro-bromique, et il se forme une petite quantité d'une matière huileuse bromurée. Cette dernière doit prendre naissance en vertu de la réaction suivante :

$$C^{40}H^{32}O^2 + Br^4 = C^{40}H^{30}Br^6O^2 + H^2Br^2, \text{ qui se dégage. »}$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la hauteur moyenne de la mer en différents points de la côte de Bretagne; par* M. FILHON.

(Commissaires, MM. Biot, Puissant, Savary.)

« J'ai l'honneur, dit l'auteur, M. Filhon, chef d'escadron au corps royal d'état-major, chargé de 1837 à 1840, des opérations géodésiques de 1^er^ ordre, relatives à l'exécution de la nouvelle carte de France en Bretagne, de soumettre à l'Académie les résultats de la comparaison établie entre les mers, 1° de Brest et de Lorient; 2° de Cancale et de Lorient; et 3° de Cancale et de Noirmoutier.

» Le niveau moyen de la mer observé à Brest depuis un grand nombre d'années est à $4^m,421$ au-dessus du zéro de l'échelle hydrométrique du bassin de ce port; et le sommet de la Tour de Saint-Louis de Brest est à $80^m,832$ au-dessus de ce niveau moyen de la mer.

» Le niveau moyen de l'Océan observé à Lorient depuis plusieurs années est à $2^m,838$ au-dessus du zéro de l'hydromètre du bassin; et le sommet du toit conique de la cabane du guetteur de la Tour-du-Port de Lorient est à $59^m,883$ au-dessus de ce niveau moyen de l'Océan.

» En opérant un nivellement direct du sommet de la Tour de Saint-Louis

de Brest jusques au sommet de la Tour-du-Port de Lorient, le commandant Filhon a trouvé, pour ce dernier sommet, la même cote $59^{m},88$; d'où il résulte qu'il y a niveau parfait entre les mers moyennes de Brest et de Lorient.

» Un autre nivellement exécuté par le même officier supérieur, à partir des sommets de la partie occidentale du parallèle de Paris, qui ont pour origine de départ la mer moyenne de Cancale, jusqu'à la Tour de Lorient, donne $0^{m},59$ de différence en moins pour la cote du sommet de cette tour. Enfin un dernier nivellement partant de la mer moyenne de Cancale jusqu'à celle de Noirmoutier accuse $1^{m},02$ de différence de hauteur entre ces deux mers.

» M. Filhon pense que ces dernières différences entre Cancale, Noirmoutier et Lorient n'existeraient pas si les niveaux moyens des mers de Cancale et de Noirmoutier avaient été calculés avec le même soin qu'on a mis à obtenir ceux des mers de Brest et de Lorient. »

MÉDECINE. — *Considérations sur la peste qui s'est montrée en* 1836 *à Abouzabel; par* M. PERRON.

Cette Note, qui fait suite à celle que M. Perron annonce avoir été précédemment adressée sur la peste de 1835, est renvoyée, d'après la demande de l'auteur, au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.

M. AMELIN adresse la description d'un *instrument d'arpentage* qu'il croit pouvoir être employé avantageusement dans les reconnaissances militaires.

(Commissaires, MM. Puissant, Savary.)

M. TANQUEREL DES PLANCHES, qui avait présenté pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, fondation Montyon, un ouvrage sur les maladies saturnines, adresse, conformément à un article du réglement concernant ce concours, l'indication des parties de son travail qu'il regarde comme neuves.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une Note de M. *Coulier*, concernant une cause de destruction qui résulte pour les ouvrages imprimés, de l'emploi du chlore dans le blanchîment de la pâte du papier.

M. **Dumas** fait remarquer qu'une communication sur le même sujet, adressée précédemment à l'Académie par M. *Gannal*, a été renvoyée à l'examen d'une Commission qui n'a pas encore fait son rapport.

La Note de M. Coulier est renvoyée à l'examen de la Commission nommée pour celle de M. Gannal.

ASTRONOMIE. — *Comète périodique.* — Extrait d'une Lettre de M. **de Humboldt** à M. *Arago*.

« J'espère, mon cher ami, que tu auras déjà reçu la petite lettre dans laquelle je t'annonçais la découverte d'une troisième comète faite par M. Galle. Voici les éléments de cette comète calculés par MM. Encke et Galle. Je vais traduire la notice que ce jeune astronome me communique en ce moment.

» Dans les deux dernières nuits, nous avons obtenu deux nouvelles po-
» sitions de la troisième comète au grand *réfracteur* de Frauenhofer.

Temps moyen de Berlin.

Mars 10,	$16^h 36' 40''$	Asc. dr.	$329° 28' 27'',9$	Décl.	$+ 28° 25' 8'',6$,
11,	16 51 55		331 4 29 ,0		+ 23 8 39 ,5.

» En combinant la première de ces deux observations avec les obser-
» vations des 6 et 7 mars, nous avons calculé hier, M. Encke et moi, les
» éléments de la troisième comète. Les résultats que nous avons obtenus
» sont les suivants :

Passage par le périhélie.....	1840	Avril	2,353,
Distance périhélie.....			9,8746,
Longitude du périhélie.....			323° 40',
Longitude du nœud ascendant.....			185° 54',
Inclinaison.....			79° 5'3,

Mouvement direct.

« Ces éléments coïncident si bien avec les éléments de la comète de 1097 observée à Péking, que l'identité des deux comètes me paraît assez pro-

bable. On a vu aussi dans l'intervalle de 1097 à 1840, dans l'année 1468, une grande comète, qui d'après la description qui en a été donnée pourrait être regardée comme identique avec la troisième comète que nous venons d'observer. La révolution serait donc à peu près de 370 années. Les apparitions de la comète tombant en 1097 et 1468, en automne, l'astre devait paraître beaucoup plus lumineux qu'aujourd'hui, si en même temps il se trouvait près de son nœud descendant et par conséquent près de la Terre; malgré la grande distance à laquelle la troisième comète paraît en ce moment, la longueur de la queue, vue dans un chercheur de comètes, excède 5°. Il y a, à côté de la grande queue, deux petites queues secondaires. La comète de 1097 avait aussi, selon quelques observateurs, une queue secondaire. »

Remarques de M. Arago *à l'occasion de la Lettre de* M. de Humboldt.

L'important résultat contenu dans la lettre qu'on vient de lire, se déduit aussi des éléments de la troisième comète de M. Galle, calculés sur les seules observations faites à Paris entre le 16 et le 27 mars. Ces observations, diversement combinées par groupes de trois, ont donné les éléments suivants :

	M. Eug. Bouvard.	M. Laugier.	M. Mauvais.
Pass. au périhélie.	1840, avril.. 1,7154. t.m.P..	avril. 2,2089..	avril. 2,5664
Distance périhélie	0,7484.	0,7483.	0,7481
Longitude périhélie	322°15'15".	323.29,0.	324.22.50
Longitude nœud	185.51.59.	185.59.23.	186. 3.48
Inclinaison	79.57.36.	79.53.47.	79.51. 7
Sens du mouvement	direct.	direct.	direct.

Nous transcrirons ici, comme terme de comparaison, les éléments calculés par Burckhardt, de la comète observée en Chine dans l'année 1097.

Passage au périhélie	1097 septembre 21 à 9h
Distance périhélie	0,7385
Longitude périhélie	332°.30′
Longitude nœud	207.30′
Inclinaison	73° 30′
Sens du mouvement	direct.

Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que, si ce n'était la distance périhélie, la comète actuelle pourrait être confondue avec celle de l'année 1774, à laquelle Méchain assigna l'orbite suivante :

Passage au périhélie.....	1774 août 15 à 10h,55′
Distance périhélie.....	1,429
Longitude du périhélie.....	317°22′4″
Longitude du nœud.....	180.49.48
Inclinaison.....	83. 0.25
Sens du mouvement.....	direct.

ASTRONOMIE. — M. ARAGO a réfuté verbalement deux passages du *Précis d'Astronomie* que M. *de Pontécoulant* adressa à l'Académie lundi dernier. Dans le premier de ces passages, l'auteur avance que: « M. Puissant a si-» gnalé, dans la mesure de l'arc compris entre Montjouy et Formentera, » une erreur qui ne s'élèverait pas à moins de 68 toises. » M. Arago n'a pas eu de peine à prouver qu'il n'est jamais entré dans la pensée de M. Puissant, de *signaler* une prétendue erreur dans *la mesure* de l'arc de méridien compris entre Montjouy et Formentera. L'exactitude de la partie géodésique de l'opération frappe, en effet, tous les yeux à la simple inspection des triangles: il suffit de voir la manière dont ils se ferment. La latitude de Formentera, déterminée en 1808, a été vérifiée pendant un voyage postérieur de M. Biot. Il n'y a dans tout cela rien d'incertain, rien d'équivoque. M. Puissant, dont l'autorité est si imposante en pareille matière, croit qu'il s'est glissé une erreur dans *le calcul* de la longueur de l'arc géodésique que trois commissaires du Bureau des Longitudes *déduisirent des triangles* empruntés à MM. Méchain, Biot et Arago. C'est en partant *des mêmes données* que M. Puissant trouve une longueur différente. La discordance est actuellement soumise à une nouvelle vérification. Quel qu'en soit au reste le résultat, il ne saurait infirmer *les mesures, les opérations* faites sur le terrain : le seul moyen de contrôler ces mesures, ces opérations, serait d'aller les recommencer.

M. PUISSANT prononce, de sa place, quelques paroles desquelles il résulte que M. *Arago* a très exactement interprété sa pensée.

Le second passage dont M. ARAGO a cru devoir se plaindre est conçu ainsi : « Sans doute le nombre et la beauté des instruments (de l'Observa-» toire de Greenwich) est ce qui m'a frappé d'abord ; mais ce qui m'a étonné » et charmé davantage, *car nulle part je n'avais rien vu de pareil, c'est* » *la régularité avec laquelle se font les observations.* »

« Voilà, a dit M. *Arago*, une accusation en forme contre l'Observatoire » de Paris, car M. de Pontécoulant a été admis à le visiter tant qu'il l'a » voulu. Le directeur pourrait, à toute rigueur, dédaigner cette attaque;

» mais je manquerais à mon devoir en ne saisissant pas l'occasion qui m'est » offerte de rendre pleine justice au zèle, à la persévérance des astronomes- » adjoints placés sous mes ordres.

» Peu de mots suffiront. Voilà les feuilles *imprimées* des observations de » Paris pour 1837. Je mets en regard les observations correspondantes de » Greenwich, et je trouve :

» Que les *six* astronomes adjoints de Greenwich, pourvus d'*une* lunette » méridienne et de *deux* cercles muraux, ont fait... 7680 observations.

» Et qu'à Paris, *trois* astronomes-adjoints, aidés momentanément de » M. Plantamour, de *Genève*, et n'ayant encore à leur disposition qu'*une* » lunette méridienne et *un* cercle, ont fait, dans le même espace de » temps..... 11 700 observations.

» Après avoir cité ces chiffres je n'ai plus rien à ajouter. »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la chaleur rayonnante.* — Lettres de M. **Melloni** à M. *Arago.*

Naples, 4 mars 1840.

« C'est seulement depuis quelques jours que je suis parvenu à me procurer une copie de la lettre de M. Forbes insérée dans le premier numéro des *Comptes rendus* de cette année, relative à la transmission calorifique des plaques de sel enfumé, et de sel rayé ou dépoli. Je vais y répondre généralement, en me réservant de reprendre ensuite d'une manière plus spéciale l'intéressante question que viennent de soulever les expériences du savant professeur d'Édimbourg.

» Voyons d'abord s'il existe réellement de l'incertitude sur les dates des observations fondamentales.

» On sait que tous les corps diathermanes, le sel gemme excepté, sont plus perméables à la chaleur rayonnante des sources de haute température, qu'à celle provenant des sources à température moins élevée. Ce fait, observé par M. Delaroche en 1812, sur une lame de verre, fut confirmé par mes expériences de l'année 1833, et étendu à un grand nombre de substances parmi lesquelles je trouvais une seule exception dans les plaques polies de sel gemme, qui transmettent en proportion constante toute sorte de chaleurs rayonnantes. Dans les derniers mois de l'année passée, j'eus l'honneur d'annoncer à l'Académie (séance du 2 septembre) qu'une plaque de sel enfumé agissait en sens inverse de la loi générale, et transmettait, par conséquent, une proportion de chaleur rayonnante d'autant moindre que la température de la source était plus

élevée. M. Forbes croit avoir fait avant moi une observation *complétement analogue*. « J'ai prouvé, un an et demi avant cette expérience de M. Mel- » loni, dit-il, que le mica réduit en lames excessivement minces par l'ac- » tion du feu, possède la faculté de donner passage en *moindre* quantité » aux rayons calorifiques transmis par une lame de verre, qu'aux rayons » directs de la lampe; et que, par conséquent, le mica ainsi modifié » jouit d'une propriété contraire à celle du verre et de la plupart des » substances connues. » Je ne comprends pas sur quoi est basée la réclamation de M. Forbes. Laissons de côté toute idée systématique, et tenons-nous-en aux simples faits.

» Dans mon expérience sur le sel enfumé, j'emploie *une seule* lame et *différentes* sources de chaleur : M. Forbes se sert au contraire *de deux* lames et *d'une seule* source calorifique. Je ne considère *que les rayons directs* de diverses origines ; et M. Forbes compare le rayonnement direct de la lampe, avec ce même rayonnement, *transmis* par une lame de verre. Où est la ressemblance ?

» Mais si la théorie rapprochait tellement, aux yeux des physiciens, le caractère de nos deux expériences, qu'elles dussent être considérées comme de simples variantes d'un seul et même fait, alors je prierai l'Académie de vouloir bien se rappeler que je lui ai présenté le 21 avril 1834, un travail où sont indiquées quatre substances qui donnent un résultat absolument identique avec celui que fournit la lame de mica de M. Forbes. Ce travail est imprimé dans les *Annales de Chimie et de Physique* de la même année (1834, tome LV, page 337). En le consultant on y verra qu'une tourmaline verte, une lame de mica noir, une de verre vert, et une de verre noir, transmettaient, $\frac{21}{100}$, $\frac{20}{100}$, $\frac{23}{100}$ et $\frac{16}{100}$ du rayonnement direct de la lampe Locatelli, et seulement $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{500}$, $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{100}$ de ce même rayonnement émergent d'une lame d'alun; tandis qu'au contraire, le verre ordinaire, et les autres substances diathermanes, se laissaient traverser, dans le cas de l'alun, par des quantités de chaleur, qui surpassaient, de deux à dix fois, la valeur de la transmission des rayons directs. Ici, comme dans l'expérience de M. Forbes, chacun des quatre corps possède la faculté de « donner passage en *moindre* quantité aux rayons calorifiques transmis, » qu'aux rayons directs de la lampe ». Je prends le cas où l'on interpose une plaque d'alun, parce que « l'opposition, des quatre corps, avec la » plupart des substances connues» y est extrêmement marquée. Au reste, le phénomène se montre encore d'une manière très prononcée lorsqu'on emploie l'acide citrique, l'eau, la chaux sulfatée, le cristal de roche, le

verre, ou tout autre milieu transparent et incolore différent du sel gemme.

» Ainsi, dans l'une ou l'autre supposition, je crois avoir bien indiqué, le premier, ces anomalies singulières de certains milieux qui agissent en sens contraire du verre et de toute autre substance diaphane. C'est même au moyen de ce principe que j'ai pu trouver le procédé avec lequel on dépouille entièrement la lumière de la chaleur concomitante.

» Lorsque plus tard, j'ai découvert le mode d'action du sel enfumé, j'en ai formé un sujet de communication séparée, parce que, sans recourir à des notions plus compliquées sur les propriétés des rayons calorifiques, on saisit de suite l'importance de ce fait relativement aux idées qu'on pouvait entretenir sur la théorie de la chaleur rayonnante, après la découverte des propriétés du sel gemme limpide. En effet, les métaux, et les substances qui ont reçu le nom d'*athermanes*, s'opposent au passage de toute espèce de chaleur rayonnante ; le verre et les substances diathermanes transmettent immédiatement une petite quantité de cette chaleur, qui augmente avec la température de la source, et la minceur des lames : le sel gemme réduit en plaques d'une épaisseur quelconque, se laisse traverser en proportions égales par toute sorte de rayonnements calorifiques. Ces trois faits généraux s'expliquent fort bien en admettant une seule et même force de résistance à la transmission calorifique, dont le *maximum* résiderait dans les métaux, le *minimum* dans le sel gemme, et qui serait plus ou moins intense dans tous les autres milieux doués de diathermanéité. Cette force de résistance agirait en sens inverse de la vivacité du foyer rayonnant, et augmenterait à mesure que la température de la source diminue. Maintenant, on trouve qu'une plaque enfumée de sel gemme se comporte précisément à l'opposé de toutes les autres substances diathermanes; en d'autres termes, on trouve que cette plaque transmet la chaleur rayonnante dans une proportion qui *diminue notablement* lorsque la force du rayonnement ou la température de la source *augmente*.... et chacun voit avec la plus grande évidence que ce nouveau fait détruit, de fond en comble, la possibilité d'expliquer les phénomènes par une *résistance unique*.

» En examinant la cause de l'anomalie que présente le sel enfumé, M. Forbes paraît vouloir l'attribuer à une action d'interférence, qui aurait la plus grande analogie avec les différences de transmission qui s'observent dans les lumières de diverses couleurs regardées à travers les réseaux composés de fils ou de raies extrêmement minces et extrêmement rapprochés.

Sans entrer dans une discussion approfondie sur les phénomènes de diffraction présentés par les réseaux, on peut aisément se convaincre qu'une telle explication ne saurait être admise. En effet, si, après avoir repassé plusieurs fois à la flamme de la bougie une plaque de sel gemme, au point de la rendre *complétement opaque*, on poursuit l'opération en lui appliquant de nouvelles couches de noir de fumée, et si on l'expose ensuite aux rayonnements de diverses origines, on trouve que les différences de transmission de l'une à l'autre source, ne restent pas invariables, mais qu'elles continuent à devenir de plus en plus prononcées, à mesure que la couche de noir de fumée acquiert une plus grande épaisseur. Or personne ne peut douter que la plaque de sel opaque ne soit *entièrement couverte* de molécules de charbon, et, par conséquent, dénuée de solutions de continuité. Les nouvelles couches ajoutées aux premières ne sauraient donc diminuer les interstices du réseau, *qui n'existent plus*, ni augmenter la finesse de la granulation, ou de la structure réticulée, formée par des particules qui ne font que s'appliquer les unes sur les autres, *sans aucun changement dans leur mode de déposition, d'arrangement ou de superposition*.

» Mais s'il en est réellement ainsi, dira-t-on, pourquoi M. Forbes a-t-il trouvé qu'une lame de sel dépoli ou rayé se comporte comme la lame de sel enfumé?

» D'abord, qu'il me soit permis d'avancer quelques nombres, afin de mettre en évidence l'intensité des effets développés par le sel couvert de noir de fumée, et celle, *infiniment moindre*, que présente le sel dépoli des expériences de M. Forbes. Le *maximum* d'action indiqué dans la description de ces expériences, est fourni par une plaque de sel qui transmettait 45 rayons d'une source à basse température, et 17 seulement lorsqu'on l'exposait au rayonnement de la lampe émergent d'une lame de verre : ces deux nombres sont entre eux, approximativement, comme trois à un. Les rapports de transmission fournis, dans les mêmes circonstances, par deux de mes lames complétement opaques de sel enfumé, étaient 17 : 1, et 26 : 1. Trois autres lames, couvertes d'une couche encore plus épaisse de noir de fumée, *ne donnaient plus aucune transmission appréciable* dans le cas des rayons émergents du verre, tandis qu'étant exposées au rayonnement de la source de basse température, elles transmettaient encore des proportions de chaleur qui allaient de quatre à neuf centièmes de la quantité incidente.

» Cette action *plus ou moins prononcée* de diverses lames, *toutes com-*

plétement opaques, toutes douées de la même granulation, du *même état de surface, ne différant entre elles,* en un mot, *que par l'épaisseur de la couche de noir de fumée,* montre clairement que les différences observées proviennent d'une véritable transmission immédiate à travers la matière même qui forme la couche superficielle; transmission qui suit les lois ordinaires de ce phénomène, et donne par conséquent un effet qui diminue lorsque l'épaisseur de la couche augmente, et d'autant plus rapidement que la source fournit des rayons moins transmissibles. Seulement, la place que tiennent les sources élevées dans la transmission générale des substances diathermanes, est ici occupée par les sources de basse température, *et vice versâ,* à cause de l'exception particulière où se trouve le sel enfumé relativement aux autres milieux susceptibles de la transmission calorifique.

» Mais voyons si l'opération au moyen de laquelle on altère le poli de la surface dans l'expérience de M. Forbes ne pourrait pas développer, en même temps, de nouvelles forces capables d'agir inégalement sur les différentes espèces de chaleurs rayonnantes.

» Des raies, des sillons, des cavités quelconques, régulières ou non, ne sauraient s'effectuer sur une plaque de sel gemme sans en détacher une quantité de corpuscules, qui, restant plus ou moins engagés dans les parties creuses, communiquent à la plaque une teinte blanchâtre fort prononcée. Or les matières blanches absorbent en plus grande proportion les rayons calorifiques obscurs, que ceux qui sont accompagnés de lumière: surtout lorsque ces derniers arrivent sur la matière absorbante après avoir traversé une lame de verre. Le sel dépoli s'échauffera donc plus fortement dans le premier cas que dans le second. Supposons le corps thermoscopique assez rapproché de la plaque de sel gemme pour ressentir l'influence de cet échauffement : ses indications pourront évidemment devenir, *par cela seul,* plus marquées en se servant de la chaleur obscure qu'en employant la chaleur lumineuse, transmise par le verre, et produire ainsi une différence de l'une à l'autre source, sans que la transmission immédiate de la plaque de sel cesse d'être constante. Je ne dis pas que les choses se passent réellement ainsi ; mais je veux seulement montrer par cette observation combien il est indispensable, dans ces sortes d'expériences, de soustraire, par une disposition convenable des appareils, l'instrument thermoscopique à l'action de l'*échauffement variable* qu'éprouve la lame de sel dépoli soumise à des *quantités égales* de chaleur diversement modifiées ou extraites de différentes sources.

» De plus, qui nous assure que la petite couche translucide de particules salines irrégulièrement groupées à la surface de la lame, et arrangées entre elles d'une manière toute différente de leur disposition dans le cristal, ne devienne pas elle-même une nouvelle substance douée d'une diathermansie semblable à celle de notre couche de noir de fumée?

» Enfin, la réflexion ne pourrait-elle pas jouer un rôle dans ces phénomènes? Je ne parle pas d'une inégalité de réflexion provenant du changement d'espèce dans la chaleur rayonnante; car on pourra voir dans le rapport de M. Biot (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XIII), et dans une Note sur la réflexion, imprimée dans le t. LX des *Annales de Chimie et de Physique*, que tous les rayons se réfléchissent en des proportions sensiblement égales sur les surfaces polies des diverses substances diathermanes : je fais seulement allusion aux inclinaisons diverses que les rayonnements des différentes sources peuvent avoir en tombant sur les nombreuses facettes de la plaque dépolie. En effet, lorsqu'on substitue, à la lampe, un récipient rempli d'eau bouillante, ou une lame métallique chauffée par une flamme d'alcool effleurant sa surface postérieure, on est forcé d'approcher considérablement la source afin d'augmenter l'intensité du rayonnement, beaucoup plus faible que celui qui provient directement d'un corps en combustion. Mais alors les incidences n'étant plus identiques, les rayons peuvent se disperser en quantité fort différente dans les deux cas; car il ne faut point oublier la grande énergie de la réflexion des substances diathermanes lorsque les rayons arrivent fort obliquement sur leurs surfaces; et les facettes multipliées de la plaque dépolie doivent nécessairement se présenter au rayonnement incident sous toutes sortes d'inclinaisons. J'avais prévu une difficulté de cette nature dès mes premières expériences de transmission; mais il me fut facile de la détruire complétement en démontrant qu'une plaque polie de sel gemme transmet une quantité de chaleur sensiblement constante lorsqu'elle se présente aux rayons entre les limites d'une variation de 25 à 30° autour de la normale; et en faisant voir que, dans la disposition de mes appareils de transmission, les plus grands écarts des rayons n'atteignaient jamais ce nombre de degrés. Je répéterai ici ce que je viens de dire ci-dessus relativement à l'influence de la teinte blanchâtre qu'acquiert la lame de sel dépoli : je ne soutiens nullement que les différences observées par M. Forbes proviennent de la diverse inclinaison des rayons incidents; je fais une simple objection qu'il faut réfuter si l'on veut *prouver* que l'état de la surface exerce une interférence analogue à celle des réseaux composés de fils très fins et très rapprochés.

» Une expérience qui paraîtrait, au premier abord, décisive, serait de montrer qu'un véritable réseau métallique produit un effet semblable à celui de la lame de sel dépoli : mais cette expérience a été tentée en vain. M. Forbes attribue ce manque de succès à de trop grandes dimensions dans le diamètre des fils et de leurs interstices. Dans le court intervalle de temps qui vient de s'écouler après ma lecture de la lettre en question, je n'ai pu encore effectuer qu'un très petit nombre d'essais : j'ajouterai cependant à l'expérience de M. Forbes une seconde épreuve également infructueuse faite avec de la poussière très fine d'*or musif* (sulfure d'étain) passée par une gaze, et uniformément répandue sur une plaque polie de sel, où elle se maintenait appliquée assez fortement en vertu de sa simple adhérence à la surface antérieure. Cette plaque ainsi préparée était couverte d'un véritable réseau à mailles irrégulières mais très resserrées, et beaucoup plus analogue à la structure de la surface dépolie, qu'une toile métallique détachée. Cependant elle transmettait des quantités sensiblement égales de toute espèce de chaleurs.

» J'engage M. Forbes à chercher des solutions satisfaisantes aux diverses objections que je viens de passer rapidement en revue. Que mes doutes ne l'offensent point. Souvent les idées nouvelles s'épurent et se fortifient dans la discussion engagée par un opposant consciencieux; et je me flatte de l'être, non-seulement dans cette circonstance, mais toutes les fois que j'ai l'espoir, bien ou mal fondé, d'avancer par des controverses une question scientifique quelconque. »

Autre Lettre. Naples, 14 mars.

« Dans ma dernière Lettre j'exposais les motifs qui me faisaient considérer la transmission calorifique du sel enfumé comme totalement distincte de la transmission du sel dépoli. Je tâchais, en outre, de montrer que l'explication de M. Forbes, relative à la manière d'agir du sel dépoli, ne saurait être admise, à moins d'avoir démontré d'abord l'insuffisance de différentes objections, que je signalai. Mais comme je ne me trouvais pas encore assez éclairé par l'expérience, je n'exprimais aucune opinion particulière sur la nature de cette action. Aujourd'hui, je crois avoir toutes les données nécessaires pour en conclure :

» 1°. Que l'effet calorifique observé à travers les plaques de sel gemme enfumé est dû, ainsi que je l'avais bien prévu, à une véritable transmission immédiate, semblable en tout point à celle que fournissent les lames polies de verre et de tout autre milieu diathermane;

» 2°. Que la surface dépolie du sel gemme disperse les rayonnements calorifiques, en leur faisant subir une *diffusion*, ou *réflexion irrégulière* (1) totalement analogue à celle que la lumière éprouve sur une lame de verre dépoli ;

» 3°. Qu'une lame diathermane quelconque, susceptible du dépoli, disperse aussi la chaleur incidente comme les plaques dépolies de sel gemme ;

» 4°. Que la dispersion, ou réflexion calorifique diffuse, ne se produit pas avec la même intensité sur toute sorte de chaleurs rayonnantes ; car elle est très énergique pour certains rayons des corps incandescents, et sensiblement nulle pour la plupart des rayons provenant des sources à basse température ;

» 5°. Que cette dispersion calorifique n'exige pas la concomitance de la lumière.

» Les détails des expériences d'où je déduis les cinq propositions que je viens d'énoncer sont peut-être déplacés ici. J'en décrirai cependant quelques-uns ; et j'espère que l'Académie voudra bien me les pardonner, en réfléchissant à leur haute importance relativement aux théories de la chaleur et de la lumière.

» Imaginons deux écrans métalliques égaux, percés à leur centre d'une petite ouverture circulaire. Supposons que ces écrans soient parallèles, à la même hauteur, et disposés, verticalement, à une distance réciproque de 8 ou 10 pouces ; en sorte que les centres des deux ouvertures se trouvent sur une seule et même ligne horizontale. Supposons, enfin, que sur le prolongement de cette ligne on place, à une certaine distance de ce couple d'écrans, d'un côté la pile du thermo-multiplicateur, de l'autre la flamme d'une lampe à niveau constant, dont les rayons soient rendus parallèles par une lentille de verre. On aura un faisceau cylindrique de lumière et de chaleur qui tombera perpendiculairement sur les lames métalliques, passera en partie par les deux ouvertures, parviendra sur le corps thermoscopique, et fera dévier l'aiguille du réomètre mis en communication avec la pile. La source étant à température constante, et l'instrument thermoscopique d'une grande promptitude dans ses indications, l'aiguille

(1) Je répéterai ici ce que j'ai eu occasion de dire ailleurs. En me servant des mots *réflexion irrégulière*, je ne prétends nullement expliquer le phénomène de la diffusion au moyen d'une véritable réflexion produite en tout sens par la surface dépolie sur les rayons incidents : je veux seulement me faire mieux comprendre en adoptant une phrase usitée dans tous les Traités élémentaires de Physique.

s'arrêtera bientôt stablement à une certaine déviation, qui dans mes expériences était de 44°.

» Si l'on introduit entre les deux écrans une lame de verre, ou de toute autre substance diathermane, le rayonnement sera en partie intercepté: l'aiguille descendra vers le zéro du cadran, et se fixera dans une position plus ou moins éloignée des 44°, selon la nature et l'épaisseur de cette lame. Mais en transportant la lame tantôt près de l'écran antérieur, tantôt près de l'écran postérieur, on ne fera pas, pour cela, sortir l'aiguille de sa nouvelle position d'équilibre; car un des principaux caractères de la transmission immédiate des milieux diaphanes ou diathermanes, est de donner toujours le même effet, quelle que soit la distance du milieu à l'œil, ou au corps thermoscopique.

» Cela posé, voici ce qui arrive lorsqu'on substitue successivement à la lame de verre une plaque enfumée, ou une plaque dépolie de sel gemme. Le sel enfumé se comporte absolument comme la lame de verre, et donne, par conséquent, une déviation constante étant placé dans une position quelconque comprise entre les deux écrans. Le sel dépoli produit, au contraire, une déviation d'autant plus grande, qu'on l'approche davantage de l'écran postérieur; et la différence n'est pas légère, car dans les positions extrêmes, la déviation monte de 7° à 26°.

» Le cristal de roche frotté à l'émeri, la chaux sulfatée râclée avec un instrument tranchant, et toute autre plaque dépolie d'une substance diathermane quelconque, fournissent des résultats analogues.

» L'action calorifique croissant à mesure que la distance de la lame dépolie au corps thermoscopique diminue, présente au premier abord des caractères tout-à-fait identiques avec l'influence due à la chaleur propre que cette lame doit acquérir sous le rayonnement de la source; mais une expérience fort simple nous prouvera que les choses ne se passent pas ainsi.

» La plaque de sel dépoli s'échauffe très peu dans les circonstances où nous opérons; car si l'on perce sur son bord supérieur une ouverture qui se prolonge jusqu'au centre, et que l'on remplisse cette ouverture de mercure, un thermomètre, plongé dans ce liquide, s'élève à peine de quelques degrés au-dessus de la température ambiante.

» On sait que la chaleur provenant des sources d'une température inférieure à 150°, est totalement interceptée par une lame ordinaire de verre. Cette inaptitude à traverser le verre, propre aux rayons des sources à basse température, va nous fournir un *criterium* irréfragable pour décider si

l'augmentation d'effet, produite par le rapprochement de la plaque, dérive ou non de la chaleur absorbée par le sel et rayonnée sur le corps thermoscopique. En effet, après avoir placé la plaque de sel dépoli dans la position où elle exerce la plus grande action et obtenu l'immobilité de l'aiguille, que l'on interpose un carreau de verre entre l'écran postérieur et le corps thermoscopique : l'index descendra à peine de quelques degrés. La plus grande portion de l'effet calorifique produit par le sel dépoli ne provient donc pas de la chaleur qu'il a d'abord absorbée, et rayonnée ensuite sur la pile. Je dis plus : l'action tout entière, exercée par la plaque dépolie, ne dérive point de cette espèce de chaleur. Pour s'en convaincre, il suffit d'ôter la lame de verre de la position où elle se trouve et de la placer au-devant de l'écran antérieur. Malgré ce changement, l'aiguille indicatrice de l'instrument ne bouge pas le moins du monde, et se conserve précisément dans la position où elle était descendue après la première interposition du verre. Donc la diminution observée tantôt était due *en totalité* aux pertes occasionnées par la réflexion et l'absorption de la lame de verre : donc le flux calorique, propagé derrière la plaque de sel, possède les mêmes propriétés que le rayonnement incident.

» Ainsi, en traversant la plaque de sel dépoli, le faisceau de chaleur n'a pas changé de nature, mais seulement de direction : ses rayons sont devenus divergents de parallèles qu'ils étaient. D'où provient ce changement ? L'analogie complète qui existe entre la lumière et la chaleur rayonnante qui se meut librement, soit à l'intérieur, soit à la surface d'un milieu quelconque, ne nous permet pas de l'attribuer à autre chose qu'à la *réflexion diffuse*. En effet, la lumière dispersée, que l'on suppose généralement produite par une réflexion irrégulière sur la surface dépolie des lames diaphanes et incolores, ne possède-t-elle pas toutes les propriétés de la lumière incidente ? ne diminue-t-elle pas très promptement à mesure que l'on s'éloigne de la surface dispersive ? Que l'on prenne une lame de verre dépoli, et qu'on l'approche tout près des parois d'une chambre éclairée par la seule lumière d'une lampe : la partie du mur qui reçoit la lumière voilée, transmise par le dépoli du verre, conservera encore une intensité assez vive, et sera douée de la même couleur jaunâtre que possède le rayonnement direct de la lampe. Mais que l'on écarte peu à peu la lame du mur, et l'on verra cette clarté diminuer rapidement.

» L'effet calorifique observé au travers de la plaque de sel dépoli, n'est donc autre chose que l'action de la chaleur diffuse : et celle-ci se distingue

aisément de la chaleur immédiatement transmise par une diminution d'intensité, lorsqu'on éloigne la plaque du thermoscope.

» Mes lames enfumées de sel gemme dispersent-elles, comme les plaques dépolies de M. Forbes, les rayons calorifiques qui tombent perpendiculairement sur leurs surfaces? Pour résoudre cette question, il suffira de voir s'il y a une différence d'effet lorsqu'une de ces lames est placée aux positions extrêmes de l'intervalle compris entre nos deux écrans. Mais nous avons vu, ci-dessus, qu'une lame de sel enfumé interposée tout près de l'écran antérieur ou tout près de l'écran postérieur, donne toujours la même déviation au réomètre du thermo-multiplicateur. Donc le rayonnement calorifique n'éprouve à sa surface aucune espèce de réflexion diffuse; et l'effet observé est dû en totalité à la portion de chaleur qui passe immédiatement par la couche de noir de fumée, en conservant le parallélisme de ses rayons, ainsi que cela arrive dans tous les cas de transmission immédiate.

» Quand je dis que le sel enfumé n'exerce aucune dispersion sur la chaleur incidente, j'entends seulement que l'effet est insensible: car si le noir de fumée exposé à un seul faisceau de lumière ordinaire introduit dans une chambre obscure se rend visible en tous sens, il faut nécessairement qu'il produise une certaine diffusion sur la lumière qui le frappe dans une seule direction; et, selon toute probabilité, la chaleur doit subir une dispersion analogue. Mais il ne faut pas oublier que nos moyens thermoscopiques, tout en ayant atteint une délicatesse infiniment supérieure à celle des anciens thermoscopes, sont encore bien au-dessous de cet admirable appareil que la nature emploie pour nous dévoiler la présence de la lumière. Pour nos instruments calorifiques d'aujourd'hui, la faible dispersion de la chaleur rayonnante à la surface du noir de fumée est une quantité du même ordre que les légères différences qui doivent probablement exister entre les intensités de la réflexion que subissent les divers rayons de chaleur sur les surfaces polies des différents milieux diathermanes : la théorie et l'analogie les indiquent, mais l'expérience n'est pas encore parvenue à les constater. Il y a tout lieu de croire cependant que la portion extrêmement petite de chaleur dispersée par le noir de fumée est égale pour toute sorte de flux calorifiques. Autrement, l'équilibre produit par deux espèces fort différentes de chaleur agissant sur les deux faces d'une pile thermo-électrique à éléments découverts et polis, serait rompu dès que l'on remplacerait la pile à surfaces métalliques par une autre pile, de dimensions parfaitement égales, ayant les éléments enduits de noir de fumée; et nous nous sommes assurés du contraire..... Mais revenons à notre sujet.

» Tout ce que nous avons dit jusqu'à présent se rapporte à la chaleur rayonnante de la flamme, transmise par le verre. Voyons ce qui arrive lorsqu'on opère sur le rayonnement calorifique d'une source à basse température.

» Ayant ôté la lentille de verre, et la lampe, qu'on mette à leurs places respectives une lentille de sel gemme de même distance focale, et une lame de cuivre maintenue à 400° environ de température, par le contact postérieur d'une flamme alcoolique. On obtiendra ainsi, comme dans la disposition précédente, un faisceau de chaleur à rayons parallèles, qui parviendra en partie sur le thermoscope, après avoir traversé l'intervalle compris entre les deux écrans. Seulement la déviation sera ici plus faible que dans le cas de la flamme, à cause de la différence de température des deux sources : mais les faits vont nous montrer que cette circonstance, loin de nuire à la clarté de nos déductions, sert au contraire à les rendre plus évidentes.

» En effet, au lieu de 44°, la portion du flux calorifique de la lame de cuivre qui parvient sur la pile ne produit plus que 33°,6 de déviation au thermo-multiplicateur; mais la plaque de sel dépoli, placée près de l'écran postérieur donne une déviation de 24°,7, c'est-à-dire une déviation à peu près égale au *maximum* de l'expérience précédente. Éloignons maintenant la plaque jusqu'au contact de l'écran antérieur, la déviation ne change presque plus, car elle se soutient encore à 24° environ, tandis que dans le cas des rayons de la lampe transmis par le verre, elle descendait de 26° à 7°. Que faut-il en conclure? Évidemment, que l'*effet constant* observé au thermoscope dans l'expérience actuelle doit être attribué *à la chaleur de transmission immédiate;* tandis que l'*effet variable* de l'expérience précédente provenait *de la chaleur diffuse.* Or les filets élémentaires de ces deux espèces de chaleur ont une disposition tellement distincte que, dans l'état actuel de nos moyens thermoscopiques, *il est impossible d'évaluer en nombres leur rapport de quantité.* . . . .

» Mais ici se présente une question fort intéressante. Si le dépoli ne disperse presque point les rayons des sources à basse température, une lame de sel, exposée aux flux calorifiques de ces sources, devrait donc donner la même transmission, quel que fût l'état de la surface. Et le rapport des forces calorifiques correspondantes aux déviations de 33°,6, et 24°, à savoir $\frac{63}{100}$, prouve qu'une lame de sel dépoli transmet bien moins qu'une lame de sel poli, laquelle donne, en toute circonstance, une transmission d'environ $\frac{92}{100}$. Dans le cas que nous considérons, il n'y

a point de chaleur perdue à la surface, soit par la réflexion régulière, soit par la diffusion. Donc les $\frac{29}{100}$ de différence, entre la transmission de la plaque polie, et la transmission de la plaque dépolie, seront employés à chauffer la masse du sel, ou du moins les couches qui se trouvent très rapprochées de sa surface dépolie. Effectivement, si, après avoir mis une lame de sel dépoli à côté d'une lame de sel poli, on les laisse pendant quelque temps exposées au rayonnement de la source de chaleur obscure, on verra, en les présentant ensemble aux deux extrémités de la pile thermo-électrique, que la première est beaucoup plus chaude que la seconde.

» Il est presque inutile de dire que les plaques enfumées de sel gemme donnent pour les rayons de la source à 400°, comme pour les rayons de la lampe, une transmission invariable dans toutes les positions comprises entre les deux écrans, ainsi que cela arrive constamment à l'égard de la chaleur immédiatement transmise par un milieu quelconque.

» Si, au lieu de la lame de métal chauffé par la flamme alcoolique, on employait le platine incandescent, ou d'autres sources de chaleur, on aurait, relativement à l'effet calorifique produit par l'interposition du sel dépoli, des résultats intermédiaires entre les deux cas que nous venons d'examiner. On obtiendrait aussi des différences plus ou moins marquées, en faisant passer le flux calorifique par différents milieux diathermanes, avant de la faire tomber sur la lame dépolie. Mais je traiterai de tout cela dans un Mémoire que je me propose de lire bientôt à l'Académie des Sciences de Naples, et je terminerai cette communication par la description de l'expérience avec laquelle je démontre ma cinquième proposition.

» Ayant bouché l'ouverture de l'écran antérieur par une lame de verre noir opaque, je lui envoie une forte dose de chaleur moyennant un petit miroir sphérique qui réfléchit le flux rayonnant de la spirale de platine placée à son foyer, et maintenue à l'état d'incandescence par la flamme d'une lampe à alcool. J'obtiens de cette manière une action calorifique assez puissante pour faire dévier l'aiguille du thermo-multiplicateur de 35° à 40° au travers du verre noir. La plaque de sel dépoli donnait, dans l'une de mes expériences 9° ou 14°, selon que je la plaçais près de l'écran antérieur, ou près de l'écran postérieur. Une lame de mica ou de verre ordinaire, produisait exactement la même diminution d'intensité étant placée entre les écrans et la source de chaleur, ou entre les écrans et le thermoscope : ainsi l'échauffement de la plaque de sel n'exerçait aucune action sur le corps thermoscopique. On ne saurait douter d'ailleurs que

le verre noir *complétement opaque*, qui bouchait la première ouverture des écrans, n'interceptât *totalement* la lumière qui accompagne le rayonnement calorifique du platine incandescent. Concluons donc que la dispersion, ou réflexion calorifique diffuse, se produit aussi sur certains rayons de chaleur obscure.

» Dans toutes les expériences que je viens de décrire, une plaque de sel gemme dont une des faces était couverte de poussière extrêmement fine de platine noir, précipité chimiquement par la méthode de Liebig, donnait comme les plaques à surfaces polies, une transmission constante étant placée près de l'écran antérieur, ou près de l'écran postérieur. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une substance grasse produite par des insectes, et désignée en Chine sous le nom de* cire d'arbre. — Lettre de M. STANISLAS JULIEN à M. *Arago*.

« Je vous prie de vouloir bien présenter de ma part, à l'Académie des Sciences, un échantillon de *cire d'arbre*, ou plutôt de cire produite par de petits insectes appelés en chinois *la-tchong* ou insectes à cire (littéralement *cire-insectes*). Ils vivent sur deux sortes d'arbres. L'un qui tient de la nature du buisson (suivant les missionnaires) croît dans les terrains secs et arides et s'appelle *kan-la-chu* (sec-cire-arbre), arbre des lieux secs, qui produit la cire. Il se propage aisément. On peut en tapisser les murailles jusqu'à la hauteur de dix pieds; il supporte également le froid et le chaud, et réussit sans culture même dans le sol le plus ingrat. L'autre espèce est un arbre plus grand et plus beau qui ne se plaît que dans les lieux humides. On le nomme *chouï-la-chu* (eau-cire-arbre), c'est-à-dire arbre à cire qui pousse dans les lieux humides.

» Les petits insectes appelés *la-tchong* ne se trouvent point d'eux-mêmes sur ces arbres; il faut les y appliquer. Mais cette opération n'est pas difficile, et dès qu'un arbre en est garni il les conserve toujours, etc.

» Les détails qui précèdent sont empruntés à la *Description de la Chimie*, de l'abbé Grosier (in-4°, page 326).

» Si les naturalistes parvenaient à naturaliser en France ces insectes, et les deux espèces d'arbres sur lesquels ils vivent, je me chargerais bien volontiers de traduire dans les livres que j'ai à ma disposition tous les détails relatifs à l'insecte, à l'arbre et à la purification de cette cire.

» Je profite de cette occasion pour annoncer à l'Académie des Sciences, que je viens de recevoir de Chine un ouvrage en 3 vol. in-8°, sur le thé,

sa culture et ses diverses préparations. Je crois que cet exemplaire est le seul qui existe en Europe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Résultats des Recherches de* M. Plagne *sur la composition du vesou.* — Extrait d'une Lettre de M. COLIN, professeur de Chimie à l'École Militaire.

« Dans un travail récent, M. Péligot a été conduit à considérer le suc de l'*Arundo saccharifera* comme de l'eau sucrée où la matière saccharine, toute cristallisable, s'élève de 18 à 20 pour cent. Ce chiffre, ainsi que l'ont fait remarquer M. Robiquet d'une part, et M. Guibourt de l'autre, est précisément celui qu'avait trouvé, il y a déjà quelques années, un pharmacien, M. Avequin, dans ses recherches sur la composition de la canne à sucre.

» Qu'il me soit permis à mon tour de faire remarquer qu'un de mes anciens collaborateurs à l'École Polytechnique, M. Plagne, était parvenu au même résultat dès l'année 1826. Ses expériences consignées dans cinq rapports successifs adressés au ministère de la Marine en 1827, établissent que le suc de l'Arundo saccharifera contient, tant à la Martinique qu'à la côte de Coromandel, plus de 20 pour cent de sucre cristallisable, que l'on peut obtenir en entier, pourvu que l'on évapore rapidement et à une température qui n'excède pas cent degrés centigrades;

» Que la quantité de mélasse que l'on obtient en agissant ainsi est nulle ou insignifiante;

» Que cette rapidité dans l'évaporation est d'autant plus desirable, que le jus de la canne à sucre renferme une matière qui, si l'on agit avec lenteur, transforme la totalité du sucre en une substance visqueuse.

» Je reviendrai bientôt sur la nature de ce ferment, mais je dois auparavant faire connaître le résultat de l'analyse que M. Plagne a faite du vesou; il agissait sur quatre mille grammes :

Eau	3133 grammes
Sucre cristallisé	832
Résidu incristallisable sec	30
Cérine	0,30
Cire verte	1,06
Matière organique particulière	1,61
Albumine sèche	0,30
La somme de ces quantités	3998,27 ne diffère que de 7 décigrammes des quatre mille grammes mis en expérience.

» La matière organique particulière signalée par M. Plagne dans le suc de l'*Arundo saccharifera*, et qui ne s'y élève pas à un deux-millième, est celle qui transforme le sucre en matière visqueuse lorsqu'on ne procède pas immédiatement à l'évaporation, ou qu'on la mène avec trop de lenteur.

» Voici les propriétés que M. Plagne lui reconnaît: elle est blanche, brunissant par le contact de l'air, molle, attirant légèrement l'humidité et se desséchant difficilement. Elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther, soluble dans l'eau, non azotée, brûlant sans se boursoufler avec une odeur analogue à celle de l'extrait de chicorée. Les sels de protoxide de mercure, de plomb, la précipitent de sa solution aqueuse; le perchlorure de mercure n'y produit aucun effet, et l'alcool et l'éther la séparent, avec ses propriétés primitives, de l'eau qui l'a dissoute. Le noir animal s'en empare; mais il faut à cet effet en forcer la quantité, et en mettre une portion dans le suc, à l'instant même où il coule de la canne, afin d'en empêcher la fermentation visqueuse.

» La *matière visqueuse* dans laquelle le sucre peut être transformé, par la substance qui vient d'être décrite, ne donne point de carbonate d'ammoniaque à la distillation, d'où l'on peut inférer qu'elle ne contient point d'azote. L'eau la dissout et l'alcool l'en précipite; elle a donc des propriétés de la gomme; cependant, traitée par l'acide nitrique, elle n'a donné que de l'acide oxalique. Cette matière ne serait-elle pas analogue à celle que M. Pelouze a obtenue de certaines fermentations et qu'il a considérée, je crois, comme du sucre anhydre?

» Quant à l'espèce de ferment signalé dans le suc de la canne, ne serait-il pas le même que celui obtenu des tubercules de l'héliante, par M. Braconnot? »

MÉTÉOROLOGIE. — *Température de la Sibérie.*

Il résulte du nouveau tableau d'observations météorologiques que M. DEMIDOFF a communiqué à l'Académie, qu'à *Nijné-Taguilsk*, dans le mois de décembre 1839, la température ne s'est jamais élevée au-dessus de — 11°,5 centigrades et qu'elle est descendue jusqu'à — 41°,2.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Composition de l'eau de mer en différents lieux.*

M. ARAGO rappelle à l'Académie qu'un de ses membres s'occupe en ce moment de terminer un travail sur les différences que présente dans sa

composition l'eau de mer, suivant qu'on la prend en différents points du globe et à diverses profondeurs. Afin de rendre ce travail plus complet, il est à desirer que l'on puisse ajouter aux analyses qui ont déjà été faites, celles de divers échantillons recueillis dans le cours de la dernière expédition aux régions arctiques. Ces échantillons, dit M. Arago, sont déposés en ce moment au Ministère de la Marine, et ils seraient certainement mis à la disposition de notre confrère si l'Académie nous autorisait à adresser en son nom une demande à ce sujet à M. le Ministre de la Marine.

Cette proposition est approuvée.

PHYSIQUE. — *Son produit par le fer aimanté.*

M. **Vogel** transmet de *Francfort-sur-le-Mein*, le résultat d'une expérience qui a été faite par M. *Kessler-Gontard*. Ce physicien s'étant muni d'un fil de cuivre enveloppé de soie, en recouvrit un large cylindre creux de verre. Dans ce cylindre était placé une barre de fer. Quand les deux extrémités du fil enveloppant aboutissaient aux deux pôles d'une pile puissante, la barre de fer devait être, comme on sait, fortement aimantée; eh bien! à l'instant même où l'on interrompait le circuit; à l'instant où la barre cessait d'être aimantée, on entendait un son dont l'intensité dépendait de celle de la pile.

M. **Deny de Curis** expose à l'Académie les motifs qui l'obligent à demander qu'une nouvelle Commission soit chargée de faire sur ses *chaussées en béton* un Rapport pour lequel une première Commission nommée ne s'est pas jugée compétente.

M. **James** demande qu'un ouvrage qu'il avait envoyé en 1826, soit admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon. M. James prie aussi l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte de diverses communications qu'il lui a adressées relativement à la *variole* et à la *vaccine*.

M. **Chomereau** écrit relativement aux avantages qu'il a reconnus dans la substitution d'un amalgame, le *tain des miroitiers*, au mercure liquide, pour les opérations de la *photographie*.

M. Choisselat adresse un paquet cacheté, concernant la *fixation des images photographiques*.

M. Mallet, professeur de chimie à Saint-Quentin, adresse également un paquet cacheté.

Le dépôt des deux paquets est accepté.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1^er^ semestre 1840, n° 12, in-4°.

Traité d'Hydraulique à l'usage des ingénieurs; par M. D'AUBUISSON DE VOISINS; 2^e^ édition, in-8°.

Lettre à M. Dieffenbach sur une Urétroplastie faite par un procédé nouveau; par M. SÉGALAS; in-8°. (Cet ouvrage est adressé pour le concours Montyon.)

Mémoire sur la possibilité d'établir un Anus artificiel dans la région lombaire, sans pénétrer dans le péritoine; par M. AMUSSAT; in-8°.

Revue scientifique et industrielle, sous la direction de M. le D^r^ QUESNEVILLE; janv., fév., mars 1840, in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; n° 6, mars 1840, in-8°.

Bulletin chirurgical; par M. le D^r^ LAUGIER; mars 1840, in-8°.

Transactions.... *Transactions de la Société Philosophique américaine séant à Philadelphie;* nouvelle série, vol. 6^e^, part. 3^e^, in-4°.

Proceedings.... *Procès-Verbaux des séances de la Société philosophique américaine;* vol. 1^er^, avril à oct. 1839, n^os^ 7 et 8, in-8°.

Eulogy.... *Éloge de Nathaniel Bowditch, président de l'Académie américaine des Sciences et des Arts; par* M. JOHN PICKERING, comprenant une analyse de ses observations scientifiques; Cambridge, in-4°.

Report of the.... *Rapport du Comité sur l'Éclipse solaire des* 14 *et* 15 *mai* 1836, *lu à la Société Américaine de Philadelphie, le* 19 *juillet* 1839; in-8°.

Reports..... *Collection des Rapports faits au Congrès américain* (25^e^ congrès), rapports n^os^ 8, 21, 139, 313 et 372, in-8°.

State of New-York.... *États de New-York; Documents n^os^* 200 *et* 275, 20 *fév.* 1838 *et* 20 *fév.* 1839. — *Rapport sur le relevé géologique de cet État;* New-York, in-8°.

A Memoir.... *Mémoire sur la vie et le caractère de P. Syng Physick, docteur en médecine; par* M. Randolph; Philadelphie, 1839, in-8°.

Uber Goniatiten.... *Sur les Goniatites et les Clyménies de la Silésie; par* M. Léopold de Buch; lu à l'Académie des Sciences de Berlin, le 1er mars 1838; Berlin, 1839, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 8, n° 13, in-4°.

Gazette des Hôpitaux, n° 36—38, in-fol.

L'Expérience, journal; n° 145.

Gazette des Médecins praticiens; nos 24 et 25.

L'Esculape; journal des Spécialités; nos 17 et 18.

L'Ami des Sourds-Muets; fév. 1840, in-8°.